TRAITÉ

DE

L'ÉCLAIRAGE.

IMPRIMERIE DE H. FOURNIER,
RUE DE SEINE, N° 14.

TRAITÉ

DE

L'ÉCLAIRAGE,

PAR E. PECLET,

EX PROFESSEUR DES SCIENCES PHYSIQUES AU COLLÈGE ROYAL DE MARSEILLE, ET DE CHIMIE APPLIQUÉE AUX ARTS; MEMBRE DE PLUSIEURS SOCIÉTÉS SAVANTES.



PARIS,

A LA LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE

DE MALHER ET Cie,

PASSAGE DAUPHINE.

M DCCC XXVII.

PRÉFACE.

Jusqu'en 1786, époque de la découverte des becs à double courant d'air par Ami Argand, l'art de l'éclairage était resté stationnaire. Les bougies de cire, les chandelles, et des lampes qui, depuis un grand nombre de siècles, n'avaient éprouvé aucun perfectionnement, formaient tout le système des appareils destinés à produire de la lumière.

Depuis, cet art si important a fait des progrès qui se sont succédés avec une étonnante rapidité. Des substances nouvelles ont été employées à la fabrication des bougies et des chandelles. Les lampes, qui jusqu'alors n'avaient été employées que dans les ateliers et par la classe la moins aisée, sont devenues, au moyen du bec d'Argand, d'excellens appareils de combustion, qui, sous un grand nombre de formes différentes, se sont répandus dans toutes les classes de la société. La dé-

couverte des lampes hydrostatiques et des lampes à mouvemens d'horlogerie ayant permis de placer le réservoir alimentaire dans le pied de la lampe, elles ont pu recevoir les formes les plus élégantes, et sont devenues des objets de luxe. L'éclairage par le gaz hydrogène, découvert par un ingénieur français, perfectionné et appliqué en grand en Angleterre, est maintenant employé en France, où tout fait présumer qu'il prendra bientôt un grand développement. L'éclairage au gaz portatif, quoique encore à sa naissance, commence déjà à se répandre, et formera bientôt un mode d'éclairage aussi commode qu'économique. L'éclairage des phares, qui était resté si long-temps dans l'enfance, avait reçu un grand perfectionnement par l'emploi des becs d'Argand appliqués à des réflecteurs paraboliques, et ensuite par le système des fanaux à éclipses; mais l'idée heureuse de M. Fresnel, d'employer des becs à plusieurs mèches concentriques, et de remplacer les réflecteurs par un système de lentilles, a porté dans l'éclairage des phares une perfection qui ne laisse rien à désirer. Enfin les moyens de se procurer instantanément de la lumière, bornés, pendant un grand nombre de siècles, au choc de l'acier et du silex, se sont beaucoup multipliés, et plusieurs de ces nouveaux appareils sont des applications ingénieuses des nou-

velles découvertes qui ont été faites en physique et en chimie.

Cette longue série de découvertes, faites dans une si courte période, présente un grand intérêt, et par l'importance de l'art auquel elles s'appliquent, et par le grand nombre d'industries qu'elles ont fait naître.

Le but de cet ouvrage est d'exposer la théorie de l'éclairage et l'état actuel de ses différentes branches.

Ce traité est divisé en huit chapitres.

Le premier renferme un résumé des lois de l'optique qui ont des applications dans l'art de l'éclairage;

Le second a pour objet d'examiner les différentes sources de la lumière, et principalement celle qui réside dans la combustion;

Le troisième traite de l'éclairage par les matières solides;

Le quatrième, de l'éclairage par les matières liquides;

Le cinquième, de l'éclairage par les gaz;

Le sixième, de la comparaison des différens modes d'éclairages;

Le septième, des appareils destinés à modifier la lumière;

Enfin le huitième et dernier est réservé à l'exa-

men des appareils destinés à produire instantanément de la lumière.

Cet ouvrage renferme non-seulement tout ce qui a été fait d'important jusqu'ici dans les différens modes d'éclairage, mais encore un grand nombre d'expériences nouvelles qui ont eu principalement pour objet de comparer entre eux les différens appareils d'éclairage, et sous le rapport économique, et sous celui de la permanence de la lumière.

TRAITÉ
DE L'ÉCLAIRAGE.

CHAPITRE I.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA LUMIÈRE.

1. Les phénomènes que présente la lumière sont nombreux et d'une très-haute importance, non-seulement sous le point de vue philosophique, mais encore par leurs nombreuses applications aux arts. Ici nous ne devons point les passer tous en revue; nous renvoyons, pour cet objet, aux différens traités de physique; nous examinerons seulement les propriétés de la lumière qui se rattachent à l'objet que nous avons en vue.

LUMIÈRE DIRECTE.

2. *Radiation rectiligne de la lumière*. Quelle que soit la nature du corps d'où la lumière émane, elle rayonne en ligne droite. Tout le monde sait en effet que quand un corps opaque est placé sur la ligne qui joint l'œil et le corps lumineux, la lumière est interceptée. On peut d'ailleurs observer directement la marche des rayons lumineux, en laissant pénétrer un rayon solaire dans une chambre obscure par une ouverture pratiquée

au volet. La poussière en suspension dans l'air étant fortement éclairée, trace elle-même la marche des rayons.

3. *Vitesse.* La vitesse avec laquelle la lumière se propage paraît presque infinie; car si on intercepte la lumière d'un corps quelconque au moyen d'un écran opaque, on n'observe aucun intervalle de temps appréciable entre l'instant auquel on enlève l'écran, et la manifestation de la lumière sur les corps qui peuvent la recevoir, quelque éloignés qu'ils soient du foyer de lumière. Cependant la transmission de la lumière n'est point instantanée; seulement, elle est si rapide, que les distances qui séparent les objets terrestres sont franchies dans un temps tout-à-fait inappréciable par nous. Ce n'est que par l'observation des phénomènes célestes qu'on est parvenu à mesurer la vitesse de la lumière. On a trouvé que la lumière, réfléchie sur la planète de Jupiter, parcourt soixante-dix mille lieues par seconde.

4. *Ombre et pénombre sur les corps éclairés.* Lorsqu'un corps opaque est soumis à l'influence d'un corps lumineux quelconque, une portion seulement de sa surface est éclairée, l'autre est obscure. Quand le corps éclairé est arrondi, on observe que sur sa surface le passage de l'ombre à la lumière n'a pas lieu brusquement, mais par une dégradation insensible. L'étendue de la surface du corps sur laquelle a lieu cette dégradation porte le nom de *pénombre;* il est facile d'en concevoir la raison. En effet, soit A (fig. 1) un corps opaque éclairé par une flamme B. Si, par les deux extrémités de la flamme, on mène deux lignes qui touchent le corps A aux

points *c* et *d*, il est évident que tous les points du corps qui seront au-delà de *d* ne pourront recevoir aucun rayon de lumière, que tous les points en avant de *c* recevront au contraire de la lumière de tous les points de B, et que tous les points du corps compris entre *c* et *d* recevront une quantité de lumière décroissante à mesure qu'ils s'approcheront davantage de *d*. On voit aussi que l'étendue de la pénombre croîtra, pour le même corps, avec celle du corps lumineux, et que pour la même lumière elle variera suivant la forme de la surface du corps opaque.

5. *Ombre et pénombre dans l'espace.* Les corps opaques projettent aussi derrière eux un espace dans lequel la lumière ne pénètre pas, et qui est environné d'un espace où elle ne pénètre qu'en partie. Pour rendre ce fait plus facile à concevoir, imaginons que le corps lumineux et le corps opaque soient tous deux des corps sphériques A et B (fig. 2). Si on conçoit un cône qui les enveloppe tous deux, et dont le sommet ne soit point placé entre eux, il est évident qu'aucune portion de lumière émanée du corps A ne pourra pénétrer dans l'espace occupé par la portion de ce cône située derrière le corps opaque; par conséquent, cet espace sera complètement obscur; tous les corps qui y seront plongés en totalité seront entièrement éclipsés, et ceux qui ne s'y trouveront qu'en partie renfermeront un espace obscur, dont la forme dépendra de celle du corps et de sa position. Si, par exemple, on place dans l'ombre un corps plat, tel qu'une feuille de carton; si elle est perpendiculaire à la ligne qui joint

les deux sphères, l'ombre sera circulaire; si elle est inclinée, l'ombre sera ovale; et dans le cas où la lame serait parallèle à un des côtés du cône, ou plus inclinée, la ligne de démarcation d'ombre et de lumière serait une courbe infinie, qui, dans la première circonstance, appartiendrait à une parabole, et, dans la seconde, à une hyperbole.

Le cône d'ombre qui se forme derrière le corps opaque est fini ou infini, suivant les rapports de dimension du corps lumineux et du corps opaque. Lorsque le corps lumineux est plus petit que le corps opaque (fig. 1 et 2), le sommet du cône d'ombre est du côté du corps lumineux, et, par conséquent, l'ombre a une étendue infinie, qui grandit à mesure qu'elle s'éloigne du corps opaque. Mais si le corps opaque a des dimensions plus petites que celles du corps lumineux (fig. 3), le sommet du cône d'ombre est placé derrière le corps opaque, et, par conséquent, l'ombre a une étendue limitée.

6. Dans les deux cas, l'espace obscur situé derrière le corps opaque est environné d'un espace dans lequel la lumière va en s'affaiblissant continuellement; car, si on mène (fig. 2 et 3) aux deux corps A et B un cône qui les enveloppe tous deux, et dont le sommet soit placé entre eux, il est évident que l'espace, situé entre ce cône et celui qui forme l'ombre pure, reçoit une quantité de lumière croissante, depuis la surface du cône intérieur jusqu'à celle du cône extérieur, où tous les points de cette surface sont éclairés par la totalité des points du corps A. Il

est facile de voir que, dans tous les cas, cet espace est infini, et qu'il laissera, sur tous les corps qui sont en partie plongés dans le cône d'ombre pure, une pénombre analogue à celle qui se manifeste à la surface d'un corps éclairé directement.

7. *Intensité de la lumière.* Tout le monde sait que l'intensité de la lumière décroît à mesure qu'on s'éloigne du foyer lumineux. Mais quelle est la cause de cette diminution, et suivant quelle loi s'effectue-t-elle ? La réponse est facile; elle se déduit du mode même d'émission de la lumière. En effet, considérons un faisceau de lumière émanant du point A (fig. 4); il est évident que les rayons, se propageant en ligne droite, iront continuellement en s'écartant les uns des autres, de sorte que, si on voulait recevoir le faisceau de lumière sur un carton, l'image occuperait un espace d'autant plus grand, qu'elle serait reçue à une plus grande distance du point A. Chacune de ces images aurait en somme la même quantité de lumière; mais comme elle serait répartie sur une étendue variable, l'intensité de la lumière de chacune d'elles serait en raison inverse de sa grandeur; par conséquent, l'intensité de la lumière, à partir du point A, diminuera dans le rapport inverse des surfaces des sections du cône de lumière. Or, on démontre, en géométrie, que si dans un cône on fait des sections par des plans parallèles, les surfaces de ces sections croissent comme les carrés de leur distance au sommet du cône; donc, l'intensité de la lumière diminue en raison inverse du carré de la distance au corps lumineux. Ainsi, lorsqu'un corps quel-

conque est éclairé par une lampe, une bougie, ou tout autre foyer de lumière, si on l'éloigne du corps lumineux, de manière que la distance devienne 2 fois plus grande qu'elle n'était, il sera 4 fois moins éclairé; si la distance devenait 3 fois plus grande, il serait 9 fois moins éclairé, et ainsi de suite.

8. Cette cause d'affaiblissement de la lumière, à mesure qu'elle s'éloigne du centre de rayonnement, réside uniquement dans la divergence des rayons, et ne peut être anéantie qu'autant que l'on rendrait les rayons parallèles. Nous verrons, plus tard, les moyens qu'on peut employer pour établir ce parallélisme.

9. Indépendamment de l'affaiblissement de la lumière due à la divergence des rayons, il existe encore une autre cause d'affaiblissement, dont l'influence est très-variable : c'est l'air; il éteint une partie de la lumière qui le traverse, et une partie d'autant plus grande, qu'il est plus dense, qu'il est plus chargé de vapeurs, et que la lumière en parcourt une plus grande épaisseur. Tant que l'air est pur, que la lumière n'en traverse qu'une petite étendue, son influence est très-petite, comparée à celle qui est due à la divergence des rayons; mais quand la lumière doit traverser un grand espace occupé par l'air, qu'il est chargé de vapeurs, de brouillards, la lumière s'éteint très-rapidement.

10. *Influence de l'inclinaison des rayons sur leur intensité.* Chaque point d'un corps lumineux lance des rayons dans toutes les directions; mais ces rayons n'ont pas une égale intensité. En effet, soit A B (fig. 5) une surface lumineuse plane, il est évident que les

faisceaux de lumière qui émanent de cette surface sont d'autant plus rapprochés qu'ils sont plus inclinés; par conséquent, si les rayons, en s'inclinant, conservaient la même intensité, une surface plane devrait être d'autant plus lumineuse, qu'on la verrait sous une plus petite inclinaison; et, par la même raison, dans un corps sphérique, l'intensité de la lumière devrait aller en croissant, du centre à la circonférence (fig. 6). Or, c'est ce qui n'a pas lieu; une surface plane lumineuse conserve la même intensité de lumière, quelle que soit l'obliquité sous laquelle on la regarde, et une sphère lumineuse n'est pas plus brillante vers le bord qu'au centre; il faut donc nécessairement que le plus grand rapprochement des rayons soit compensé par une moindre intensité de chacun d'eux.

11. *Mesure de l'intensité de la lumière*. Les lois que nous venons de faire connaître sur la dégradation de la lumière fournissent un très-bon moyen pour mesurer l'intensité relative de deux lumières. Supposons que deux parties d'un carton blanc soient éclairées séparément par chacune des lumières, on pourra faire varier la distance d'une des lumières au carton, jusqu'à ce que les deux parties du carton soient également éclairées; alors il est évident que les intensités des deux lumières seront en raison directe du carré de leur distance à la partie du carton qu'elles éclairent (7). Si l'une d'elles est à une distance double de l'autre, son intensité sera 4 fois plus grande; si la distance est triple, l'intensité sera 9 fois plus grande; et ainsi de suite.

On peut disposer l'appareil très-simplement, de ma-

nière à satisfaire à la condition que nous avons énoncée. Sur une table MN (fig. 7) on placera verticalement un carton PQ, en avant un corps opaque CD, puis les deux lumières A et B ; la lumière A projettera sur le carton une ombre A′ du corps opaque, et la lumière B une ombre B′ : or, l'ombre A′ sera éclairée par la lumière B, et l'ombre B′ par la lumière A ; ces deux ombres sont alors des parties du carton éclairées séparément par chaque lumière, et tout le reste du carton l'est à la fois par toutes les deux. Lorsque, par la variation des distances des deux lumières, on sera parvenu à rendre les ombres parfaitement égales, les intensités des deux lumières A et B seront proportionnelles aux carrés des distances AB′ et BA′, que l'on mesurera avec le plus de précision possible. Ce moyen de comparer la lumière émise par différens systèmes d'éclairage est très souvent employé ; mais pour devenir susceptible d'une grande exactitude, il exige des précautions particulières, dont nous donnerons plus tard les détails.

RÉFLEXION.

12. Lorsqu'un faisceau de lumière vient frapper un corps poli, il se replie sur lui-même. C'est ce phénomène qu'on désigne sous le nom de réflexion. Comme les lois de la réflexion sont importantes pour déterminer la forme des réflecteurs qu'on applique souvent aux appareils d'éclairage, nous entrerons à cet égard dans tous les détails nécessaires.

13. *Lois de la réflexion.* Un rayon réfléchi régulière-

ment satisfait toujours à deux conditions : 1° le rayon incident et le rayon réfléchi sont dans un même plan perpendiculaire à la surface réfléchissante ; 2° l'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion, ou, en d'autres termes, les rayons incidens et réfléchis sont également inclinés sur la surface réfléchissante.

Si, par exemple, la surface réfléchissante est une surface plane MN (fig. 8), le rayon réfléchi B C devra se trouver dans le plan mené par le rayon incident A B perpendiculairement à MN. L'angle I, formé par le rayon incident avec le plan réfléchissant, porte le nom d'angle d'incidence, et l'angle R, formé par le rayon réfléchi avec la même surface, se désigne sous le nom d'angle de réflexion. La loi que nous avons énoncée exige alors que l'angle I soit égal à l'angle R.

Si la surface réfléchissante était courbe (fig. 9), il faudrait au point d'incidence B concevoir un plan qui toucherait la surface, plan qu'on désigne ordinairement sous le nom de plan tangent, et considérer ce plan comme la surface réfléchissante elle-même ; la construction serait alors la même que précédemment.

14. *Disposition des rayons réfléchis par une surface plane.* Soit MN (fig. 10) une surface plane polie, A un point lumineux : pour trouver la direction de tous les rayons qui se réfléchissent sur cette surface, il faut du point lumineux A abaisser sur le plan M N la perpendiculaire AX, et la prolonger d'une quantité égale XA' ; tous les rayons réfléchis, étant prolongés au-dessous du miroir, iront passer par le point A'. Si l'on voulait, par exemple, trouver le rayon réfléchi correspondant

au rayon incident AC, il faudrait joindre le point C et le point A'; et la ligne CD, prolongement de CA', serait le rayon cherché. On voit d'après cela que si on joint les quatre angles du miroir avec le point A', on formera une pyramide quadrangulaire dans laquelle se trouveront compris tous les rayons réfléchis sur la surface M N; de sorte que si un observateur se trouvait en dehors de cette pyramide il ne recevrait aucun rayon réfléchi.

Dans la figure 10 nous avons supposé que le pied de la perpendiculaire abaissée du point lumineux rencontrait le miroir; s'il n'en était pas ainsi, il faudrait concevoir le miroir prolongé jusqu'à ce qu'il rencontrât cette perpendiculaire (fig. 11.)

Il est évident que si le miroir était circulaire, les rayons réfléchis seraient renfermés dans un cône qui aurait son sommet au point A', et qu'en général ils seront renfermés par les lignes qui passeraient par le point A' et par tous les points du contour du miroir.

15. Dans ce qui précède nous avons supposé que l'objet lumineux était réduit à un seul point; mais il n'en est jamais ainsi, car le foyer de lumière a toujours des dimensions plus ou moins étendues : il est cependant facile de ramener ce cas général à celui dont nous nous sommes occupé, car il suffit de faire pour chaque point du corps lumineux la construction que nous avons indiquée.

16. Lorsque l'œil reçoit un faisceau de lumière, l'image est toujours vue au point de concours des rayons; par conséquent dans un miroir plan, quelle que soit la

position de l'œil, l'image de l'objet paraît placée derrière le miroir, et à une distance du miroir égale à celle de l'objet en avant (fig. 12). Il est encore évident (fig. 13) que l'image et l'objet sont symétriquement placés par rapport au miroir.

17. *Disposition des rayons réfléchis sur un miroir sphérique concave.* Les rayons réfléchis sur un miroir sphérique concave se réunissent sensiblement en un point qu'on nomme foyer, qui est toujours situé sur le rayon du miroir qui passe par le point lumineux, et que l'on nomme l'axe optique. La position du foyer dépendant de celle du point lumineux, nous supposerons que celui-ci se meut en se rapprochant du miroir de manière à s'en trouver successivement à toutes les distances possibles, et nous indiquerons les positions correspondantes du foyer.

18. Supposons d'abord que le point lumineux soit à une immense distance du miroir, les rayons partis de ce point qui arriveront sur le miroir pourront être considérés comme parallèles (fig. 14); alors le foyer est en avant du miroir et à égale distance du miroir et de son centre. Le foyer porte dans ce cas le nom de *foyer principal.*

19. Si nous supposons que le point lumineux s'avance vers le miroir, le foyer s'avancera en même temps vers le centre, mais beaucoup plus lentement, de sorte que le point lumineux et le foyer arriveront ensemble au centre. Ainsi, quelle que soit la position du point lumineux au-delà du centre, le foyer est toujours placé entre le centre et le foyer principal, c'est-à-dire dans

la moitié du rayon qui est la plus voisine du centre. Quand le point lumineux coïncide avec le centre du miroir (fig. 15), il est évident que les rayons incidens, étant perpendiculaires à la surface du miroir, doivent être réfléchis suivant les mêmes directions, et repasser par le centre.

20. En supposant que le point lumineux partant du centre se rapproche du miroir, le foyer s'éloigne du centre avec une grande rapidité, de sorte qu'il arrive à l'infini lorsque le point lumineux se trouve au milieu du rayon, c'est-à-dire au foyer principal. Ainsi, quand le point lumineux est entre le centre et le foyer principal, le foyer est au-delà du centre, et d'autant plus loin, que le point lumineux est plus voisin du foyer principal.

21. Si nous supposons que le point lumineux se rapproche encore du miroir, il ne se forme plus de foyer, les rayons réfléchis, au lieu de se rapprocher, s'éloignent les uns des autres et divergent (fig. 16). Ainsi, quand le point lumineux est entre le foyer principal et le miroir, c'est-à-dire dans la moitié du rayon qui est la plus voisine du miroir, il ne se forme pas de foyer.

22. Cependant ces foyers n'existent rigoureusement que pour les rayons qui se réfléchissent dans le voisinage du centre du miroir; de sorte que, pour obtenir le plus grand effet possible, il faut toujours employer des miroirs dont l'étendue soit une très-petite fraction de la sphère à laquelle ils appartiennent.

23. *Disposition des rayons réfléchis sur une surface*

sphérique convexe. Les rayons réfléchis (fig. 17) s'écartent les uns des autres et ne forment point de foyers.

24. *Disposition des rayons réfléchis à la surface d'un cône*. Il est évident, à la seule inspection de la figure 18, que si la réflexion a lieu à la surface extérieure du cône, les rayons incidens seront encore rendus plus divergens après leur réflexion, et, par conséquent, qu'ils ne formeront point de foyers.

25. Si la réflexion s'opère à la surface intérieure du cône, les rayons réfléchis seront encore divergens, mais disposés d'une manière qu'il importe de connaître.

Soit A B C D (fig. 19) un cône tronqué, O le point lumineux placé sur l'axe du cône; il est évident que le cône peut être considéré comme composé d'un grand nombre de petites lignes droites réfléchissantes et également inclinées sur l'axe. Soit AB et CD deux de ces lignes; si du point O nous abaissons sur CD la perpendiculaire OO′, tous les rayons réfléchis devront passer par le point O′ (14); par conséquent si l'on joint le point O′ avec les points C et D, les prolongemens de ces lignes renfermeront tous les rayons réfléchis sur la ligne CD; de même les prolongemens des lignes O″A et O″B comprendront tous les rayons réfléchis sur AB: or, il est évident que si nous prenons deux autres arêtes opposées, la limite inférieure du rayonnement passera également par le point X. Par conséquent si on conçoit un double cône qui ait son sommet en X, et qui s'appuie sur la base du cône ACBD, il est évident, 1° qu'aucun rayon réfléchi ne pénétrera dans le cône YXZ; 2° que

les rayons réfléchis se couperont deux à deux dans le cône BXD ; 3° que les rayons réfléchis qui s'étendront dans les espaces M et N seront isolés les uns des autres. Ainsi le cône BXD sera très-lumineux, puisque par chaque point il passera au moins deux rayons. Le cône YXZ sera complètement obscur, et l'espace M sera beaucoup moins lumineux que le cône BXD, puisque deux rayons n'y passent jamais par le même point.

26. *Disposition des rayons réfléchis sur un miroir parabolique.* Les miroirs paraboliques (fig. 20) sont des surfaces de révolutions analogues à celles qu'on fait au moyen du tour, et qui ont pour génératrice une courbe plane nommée parabole (fig. 21), c'est-à-dire que si l'on imaginait que la courbe B A C tournât autour de son axe AX, elle engendrerait la surface parabolique. La propriété caractéristique de cette courbe est d'avoir sur son axe un point F, qu'on désigne sous le nom de foyer, et qui jouit de la propriété remarquable que tous les rayons qui partent de ce point et qui se réfléchissent contre la courbe en faisant un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence, deviennent parallèles entre eux et à l'axe de la courbe.

27. Pour tracer cette courbe, on commence par placer son axe, puis son sommet et son foyer, que l'on met à une distance convenable du sommet. Ensuite on prend sur l'axe AX un point L à une distance du point A égale à AF, et on mène sur AX la perpendiculaire ML, que l'on nomme directrice. Tous les points de la courbe sont également distans du point F et de

la ligne ML : au moyen de cette propriété, on peut facilement tracer la courbe par points ou par un mouvement continu.

28. Pour tracer la courbe par points, on mènera une ligne yy, perpendiculaire à AX, et on déterminera le point m de la courbe qui se trouve sur cette ligne, en décrivant du point F, comme centre, et avec un rayon égal à xL, un cercle qui coupera la ligne yy en deux points qui appartiendront à la courbe; en traçant d'autres lignes perpendiculaires à AX on obtiendra par la même construction autant de points de la courbe qu'on voudra.

29. Pour décrire la parabole par un mouvement continu, on détermine comme précédemment le sommet, le foyer et la directrice. Contre cette droite on applique une règle MN (fig. 22), et contre la règle un équerre P; une corde FmB, d'une longueur égale à BC, est fixée par une de ses extrémités au point F, et par l'autre au point B. On tient cette corde tendue au moyen d'une pointe ou d'un crayon appliqué contre l'équerre; on fait alors glisser l'équerre, et la pointe trace la courbe. Car, dans chaque position de l'équerre, Fm est toujours égal à mC, puisque la longueur totale de la corde est égale à BC.

30. La surface parabolique que l'on obtient en faisant tourner une parabole autour de son axe, pouvant être considérée comme composée de paraboles placées dans chaque méridien, devra avoir un foyer placé au foyer commun de toutes les paraboles, et qui devra jouir des mêmes propriétés. Ainsi, si le foyer est occupé par un

point lumineux, tous les rayons réfléchis devront être parallèles entre eux et à l'axe optique ; et réciproquement, si le point lumineux était à une distance suffisamment grande pour que l'on puisse considérer comme parallèles tous les rayons qu'il envoie au miroir, les rayons réfléchis iraient tous passer par le foyer.

31. *Disposition des rayons réfléchis sur une surface elliptique.* Les surfaces elliptiques sont des surfaces de révolutions engendrées par une courbe plane, qu'on désigne sous le nom d'ellipse. Nous allons d'abord décrire les propriétés et la construction de cette courbe.

32. L'ellipse est une courbe ovale (fig. 23) symétrique par rapport aux deux droites AB et CD, qu'on désigne sous le nom d'axes. Sur le grand axe AB se trouvent deux points F et F', nommés foyers, et qui jouissent de deux propriétés remarquables. La première consiste en ce que toutes les lignes qui partiraient d'un de ces points et qui se réfléchiraient sur la courbe sous un angle d'incidence égal à l'angle de réflexion, passeraient par l'autre foyer ; la seconde consiste en ce que la somme des distances d'un point de la courbe aux deux foyers est égale au grand axe AB. C'est au moyen de cette dernière propriété qu'on peut facilement tracer la courbe par points ou par un mouvement continu.

32. Pour tracer la courbe par points on commencera par tracer les deux axes AB et CD qui déterminent la forme et les dimensions de la courbe. Pour fixer la position des foyers, du point C comme centre, et avec un rayon égal au demi-grand axe, on décrira un arc

de cercle qui coupera le grand axe en deux points qui seront les foyers cherchés ; alors, pour trouver un point de la courbe *m*, d'un des foyers, comme centre, on décrira un arc de cercle avec un rayon plus grand que AF et moindre que AB, et de l'autre foyer, comme centre, on décrira un autre arc de cercle avec un rayon égal à AB moins le rayon du premier cercle ; l'intersection des deux arcs sera évidemment un point de la courbe : car la somme des distances de cette intersection aux deux foyers est égale au grand axe AB ; comme la courbe est symétrique par rapport aux deux droites AB et CD, chaque ouverture de compas fournira 4 points en traçant 4 arcs de cercles, autour de chaque foyer, deux au-dessus de AB, et deux au-dessous.

33. Pour tracer la courbe par un mouvement continu, on détermine comme précédemment les axes et les foyers F et F' (fig. 24), ensuite on prend un fil dont la longueur soit égale à celle du grand axe, on en fixe les deux extrémités aux deux foyers, et l'on tend le fil avec une pointe ; en la faisant glisser, son extrémité décrira la courbe : car il est évident que dans chaque position de la pointe la somme des distances de son extrémité aux deux foyers est égale à la longueur de la corde, et par conséquent au grand axe AB.

34. Les miroirs elliptiques ne peuvent jamais être que des portions de la surface engendrée par l'ellipsoïde complète. Il est évident que si un des foyers est occupé par un objet lumineux, tous les rayons réfléchis se réuniront rigoureusement à l'autre foyer.

35. En résumant ce que nous venons de dire sur

les différentes formes des surfaces réfléchissantes, on voit, 1° que les surfaces planes n'augmentent ni ne diminuent la divergence des rayons lumineux, elles changent seulement leur direction, et les rayons réfléchis sont disposés comme le seraient des rayons directs émis par un corps lumineux qui serait placé au lieu de l'image; 2° que toutes les surfaces convexes augmentent la divergence des rayons lumineux, et par conséquent dispersent la lumière; 3° que les surfaces concaves diminuent toujours la divergence des rayons lumineux; 4° que les miroirs sphériques, paraboliques et elliptiques, concentrent en un seul point les rayons réfléchis, lorsque le corps lumineux est, pour les premiers, à une distance du miroir plus grande que la moitié du rayon, pour les seconds lorsqu'il occupe un des foyers, et pour les derniers lorsqu'il est à une distance extrêmement grande du miroir; 5° que les miroirs sphériques et paraboliques rendent parallèles les rayons réfléchis quand le point lumineux est, pour les miroirs sphériques, à une distance du miroir égale à la moitié du rayon, et pour les miroirs paraboliques quand il occupe le foyer; 6° que la réunion des rayons réfléchis en un même point ou leur parallélisme n'a jamais lieu qu'approximativement dans les miroirs sphériques, et d'autant mieux que ces miroirs ont une moindre étendue relativement à la grandeur des sphères dont ils font partie; mais que ces dispositions des rayons réfléchis ont lieu rigoureusement dans les miroirs paraboliques et elliptiques, quelle que soit d'ailleurs leur étendue.

DE LA RÉFRACTION.

36. Quand un rayon de lumière passe obliquement de l'air dans un corps transparent, ou en général d'un corps transparent dans un autre, il est dévié de sa direction (fig. 25), et cette déviation porte le nom de réfraction : si le rayon lumineux sort ensuite par la seconde surface du corps, il éprouve encore une nouvelle déviation, mais qui est en sens contraire de la première.

37. Si les deux surfaces d'entrée et de sortie du corps sont parallèles, les rayons émergens sont parallèles aux rayons incidens (fig. 26) : par conséquent l'interposition d'un corps dont les faces sont parallèles, dans un faisceau de lumière, n'altère en aucune manière la disposition des rayons.

38. Si le corps est terminé par deux faces planes inclinées (fig. 27), les rayons émergens sont plus divergens que les rayons incidens, et il sont rejetés vers la base du prisme.

39. Si le corps diaphane est terminé par deux surfaces courbes qui se présentent leur convexité (fig. 28), de manière qu'il soit plus mince au centre que vers les bords ; il est évident que les rayons émergens seront beaucoup plus divergens que les rayons incidens, parce que ce corps peut être considéré comme étant composé d'un grand nombre de prismes tronqués dont les sommets sont dirigés vers le centre.

40. Enfin si le corps est terminé par deux surfaces courbes qui se présentent leur concavité, les rayons

émergens se rapprocheront, parce qu'on peut considérer ce corps comme étant composé de prismes tronqués dont les bases sont dirigées vers le centre (34). Dans certains cas, les rayons se réunissent en un foyer (fig. 29).

Ces corps portent le nom de lentilles ; celles qui sont plus minces au centre que vers les bords (fig. 28), portent le nom de lentilles divergentes ; et celles qui au contraire sont plus épaisses au centre que vers les bords (fig. 29), portent le nom de lentilles convergentes. Comme M. Fresnel a récemment employé les lentilles sphériques convergentes dans la construction de ses nouveaux phares, nous décrirons, comme pour les miroirs sphériques, les différentes positions du foyer correspondantes à toutes les positions que peut avoir le point lumineux.

41. Soit AB (fig. 29) la coupe d'une lentille formée par une matière transparente, CD, l'axe optique c'est-à-dire la ligne qui passe par le centre des deux sphères qui terminent la lentille. On désigne sous le nom de *foyer principal* celui qui est formé par des rayons incidens parallèles. Sa position dépend du pouvoir réfringent du corps dont est formée la lentille, et des rayons des sphères qui la terminent : nous pourrions ici donner la manière de le déterminer au moyen des élémens dont il dépend ; mais il est plus simple et plus convenable à la nature de cet ouvrage, de décrire la manière de le trouver par l'expérience. Cette méthode est très-simple, car il suffit d'exposer la lentille aux rayons solaires de manière que leur direction soit parallèle à l'axe de la lentille, et de chercher derrière elle,

à l'aide d'une feuille de papier, le point de l'espace le plus lumineux ; ce sera le foyer, dont on pourra facilement mesurer la distance à la lentille.

Ce point une fois reconnu, supposons que le corps lumineux se rapproche de la lentille, le foyer s'en éloignera en même temps, et quand le point lumineux sera venu à une distance de la lentille égale à la distance focale principale, le foyer sera à une distance infinie de la lentille, c'est-à-dire que les rayons ne se rencontreront plus et seront par conséquent parallèles. Si on suppose que le corps lumineux se rapproche davantage de la lentille, il ne se forme plus de foyer derrière la lentille; les rayons réfractés deviennent divergens. Ainsi les lentilles convergentes ne forment de foyer qu'autant que le corps lumineux est à une distance de la lentille plus grande que la distance focale principale.

42. Il en est des lentilles convergentes comme des miroirs sphériques, la concentration des rayons au foyer n'a rigoureusement lieu que pour les rayons qui se réfractent près du centre, de sorte qu'il est toujours avantageux de n'employer que des lentilles dont les surfaces sont de très-petites fractions des sphères auxquelles elles appartiennent.

DISPERSION DE LA LUMIÈRE.

43. Lorsqu'un rayon de lumière passe à travers un corps transparent, nous avons dit qu'il était dévié de sa direction ; mais cette déviation n'est pas la seule modification qu'il éprouve : le faisceau de lumière s'épanouit, et présente toutes les teintes de l'arc-en-ciel.

Pour que ce phénomène puisse être observé, il faut que cette dispersion subsiste encore quand le faisceau lumineux sort du corps; et pour cela il est nécessaire et il suffit que la surface de sortie ne soit pas parallèle à la surface d'entrée. Comme c'est sur ce fait qu'est fondée toute la théorie de la coloration des corps et la variation de leurs teintes suivant la nature de la lumière qui les éclaire, nous décrirons une expérience, facile à répéter, qui le met dans la plus grande évidence.

44. Supposons une chambre fermée de toutes parts, de manière à ne laisser pénétrer qu'un mince faisceau de rayons solaires, par une ouverture pratiquée au volet. Si, sur la route de ce faisceau, on place un prisme de verre (fig. 30), et, derrière, un carton blanc, on observe que l'image tracée sur le carton, est allongée perpendiculairement aux arêtes parallèles du prisme, qu'elle est terminée par deux lignes droites et deux demi-cercles, et que toute la surface de l'image est formée de bandes parallèles entre elles et aux arêtes du prisme, colorées des teintes les plus brillantes; l'extrémité la plus voisine de l'angle réfringent du prisme est d'un rouge vif, l'extrémité opposée est violette; le nombre des teintes intermédiaires est infini; elles se succèdent dans l'ordre suivant : *rouge*, *orangé*, *jaune*, *vert*, *bleu*, *indigo*, *violet*. Dans l'image solaire, ces teintes passent de l'une à l'autre d'une manière continue, et par une infinité de nuances intermédiaires. Cette image porte le nom de *spectre solaire*.

45. On a reconnu, par des expériences multipliées, que tous ces rayons colorés, qui apparaissent à la sortie du prisme, existaient dans la lumière blanche, où ils étaient parallèles et intimement mêlés ; que c'est leur inégale déviation, en traversant le verre, ou tout autre corps transparent, qui les sépare et les rend visibles. Aussi, en rendant parallèles les rayons colorés du spectre, on reforme de la lumière blanche. La lumière blanche est donc alors le résultat de l'impression simultanée de toutes les couleurs du spectre ; c'est ce que, d'ailleurs, on peut vérifier directement, en couvrant les secteurs d'un carton circulaire des différentes couleurs du spectre et en le faisant tourner rapidement autour de son centre, car alors on n'éprouve que la sensation de la lumière blanche.

46. Si, dans le faisceau de lumière qui se trouve derrière le prisme, on place un corps de petite dimension, on remarque qu'il prend exactement la teinte du faisceau de lumière dans lequel il est plongé, quelle que soit d'ailleurs sa couleur lorsqu'il est éclairé par la lumière solaire non décomposée. Ainsi, un corps rouge placé dans les rayons verts, paraît d'un vert pur sans aucun mélange de rouge ; un corps jaune paraît rouge dans le faisceau de lumière rouge, et bleu dans le faisceau de lumière bleue, etc.

47. Il résulte évidemment de ce qui précède que la couleur des corps ne réside pas en eux, mais qu'elle existe dans la lumière qui les éclaire. On peut déduire facilement de là, tous les phénomènes de la coloration des corps.

48. En effet, supposons un corps éclairé par la lumière blanche solaire. Si toute la lumière reçue par le corps est réfléchie, il paraîtra blanc. Si sa surface est polie, la réflexion aura lieu régulièrement, suivant les lois que nous avons indiquées. Mais si sa surface est terne, on pourra la considérer comme composée d'un grand nombre de petites faces polies, inclinées entre elles de toutes les manières possibles : alors la réflexion, sur toutes ces faces, se fera encore d'une manière régulière; mais tous ces faisceaux réfléchis parcourant l'espace dans toutes les directions, il en résultera de la lumière diffuse. Dans le premier cas, le corps ne serait visible qu'autant que l'œil serait placé dans le faisceau de rayons réfléchis; dans le second, il sera visible de tous les points de l'espace. Mais aucun corps n'est d'un poli parfait, ou ne disperse complètement la lumière. Par conséquent, tous peuvent être aperçus de tous les points de l'espace, et sont plus brillans lorsque l'œil est placé dans la direction des rayons qui se réfléchissent régulièrement.

49. Si, au contraire, le corps absorbe toute la lumière qui vient le frapper, il paraîtra complètement noir, et ne pourra être aperçu qu'autant qu'il sera environné de corps qui n'agissent pas de la même manière sur la lumière.

50. Mais si la lumière n'est pas en totalité réfléchie ou absorbée, elle se divisera en deux portions séparées. La première sera en partie absorbée et en partie réfléchie, sans éprouver de décomposition; l'autre, au contraire, sera décomposée : une partie des rayons sera

absorbée, et l'autre réfléchie. Ainsi, les rayons réfléchis, ou régulièrement, si le corps est poli, ou d'une manière confuse, dans le cas contraire, seront composés de lumière blanche et de rayons colorés. La couleur du corps, par réflexion, dépendra de la nature des rayons colorés réfléchis; son intensité, de la quantité de ces rayons; sa nuance, du rapport entre la quantité de lumière blanche et celle des rayons colorés; et son éclat, de la quantité totale des rayons réfléchis. Si la quantité de lumière blanche est très-grande, la nuance du corps diffèrera peu du blanc; si, au contraire, la quantité de lumière colorée est très-grande, relativement à celle de lumière blanche, la teinte sera très-foncée.

51. Tout ce que nous venons de dire sur la couleur des corps vus par réflexion est exactement applicable à ceux qui sont vus par réfraction. Quand le corps ne laisse passer aucun rayon lumineux, c'est-à-dire quand il est opaque, il paraît noir par réfraction; quand il laisse passer la lumière sans la décomposer, il est incoloré; dans tous les autres cas, sa teinte résulte du mélange de lumière blanche et des rayons colorés qui le traversent.

52. On concevra facilement maintenant quelle modification éprouve la teinte des corps vus par la lumière solaire, lorsqu'ils sont éclairés par nos lumières artificielles. Aucune d'elles n'est parfaitement blanche; toujours certains rayons y dominent; les flammes qui résultent de la combustion des matières grasses animales ou végétales, ont une teinte rougeâtre, et le

jaune et le vert y sont en petites quantités; dans celles de l'esprit de vin, le bleu y domine, et le rouge y est en petite quantité. Il résulte de là qu'à la lumière des bougies et des lampes, le jaune devient blanc, le vert, bleu, les teints bruns deviennent plus blancs, et ceux qui ont un faible incarnat deviennent beaucoup plus éclatans; au contraire, la combustion de l'alcool donne une teinte bleuâtre à tout ce qu'elle éclaire, et les teints y deviennent livides.

53. Mais toutes ces différentes modifications de teintes, provenant de la nature de la flamme, peuvent facilement être produites par une seule flamme, au moyen de verres colorés : par exemple, avec une lampe à courant d'air, environnée de cheminées de verres de différentes nuances. On peut même, jusqu'à un certain point, détruire par ce moyen l'effet dû à la couleur naturelle de la flamme. Ainsi, en employant une cheminée légèrement colorée en bleu, on obtient une lumière beaucoup plus blanche, et qui fatigue moins la vue. Les bijoutiers emploient une disposition semblable : ils placent, devant leur lampe, un vase sphérique plein d'eau légèrement colorée en bleu par une petite quantité de sulfate de cuivre. Le vase, par sa forme, concentre la lumière dans une petite étendue où est placé l'objet qu'ils travaillent, et la teinte de l'eau éteint le rouge qui domine dans la flamme.

54. Nous terminerons cet exposé succinct, par une observation importante sur les prismes de matière transparente. Nous avons dit que, quand un faisceau de lumière traversait un prisme, le faisceau de lumière

était décomposé à sa sortie ; mais pour que le faisceau sorte du prisme par la face BC (fig. 27), il faut que les rayons qui entrent par la face AB ne soient pas trop inclinés sur sa surface dans la direction AB, et, dans tous les cas, il faut que l'angle du prisme ABC ne dépasse pas 82°. Dans le cas contraire, le rayon ne sort pas ; il se réfléchit en dedans, et jusqu'à ce qu'il rencontre enfin une face sous une incidence suffisante pour sortir ; mais toutes ces réflexions intérieures diminuent sa vivacité, et, si on recevait le spectre qu'il forme après plusieurs réflexions, on le trouverait extrêmement affaibli.

55. On concevra facilement, d'après cela, que les cristaux qui ornent les lustres n'ont presque jamais la forme la plus avantageuse pour décomposer la lumière et produire ces couleurs brillantes que l'on cherche à faire naître, parce qu'ordinairement les faces forment des angles trop grands, et la lumière n'en sort qu'après plusieurs réflexions intérieures. La forme la plus avantageuse serait celle d'un prisme ou d'une pyramide triangulaire, dont les faces seraient également inclinées entre elles.

CHAPITRE II.

DES DIFFÉRENTES SOURCES DE LA LUMIÈRE.

56. On peut diviser les sources de la lumière en deux classes : celles qui sont permanentes, et celles qui ne le sont pas.

57. Les sources permanentes sont le soleil et les étoiles ; elles sont les seules, car la lumière des planètes ne leur est point propre ; ces corps sont opaques, et ne nous envoient que la lumière qu'ils reçoivent du soleil. Il est probable que la grande différence d'intensité de la lumière du soleil et des étoiles provient uniquement de l'inégalité de leur distance à la terre.

58. Parmi les sources de lumière qui ne sont point permanentes, il en est qui proviennent de l'électricité et de la chaleur, et que nous sommes maîtres de produire à volonté. Mais il est des corps qui deviennent lumineux dans certaines circonstances qui ne paraissent point dépendre des mêmes causes : tels sont certains bois pourris, et la chair de certains poissons. Il existe aussi des animaux qui sont lumineux par eux-mêmes, tels sont le *lampyre* ou *ver luisant*, et un grand nombre de *zoophytes* qui habitent les mers du sud. Un grand nombre de corps jouissent encore de

la propriété de devenir lumineux lorsqu'ils sont exposés à une température inférieure à celle qui est ordinairement accompagnée de lumière : tels sont le *spath-fluor* (*chaux fluatée*), le *phosphore de Bologne* (*baryte sulfatée*); enfin il est des corps qui, exposés à la lumière, restent encore lumineux un certain temps dans l'obscurité.

59. Lorsque le soleil est descendu sous l'horizon, la faible lumière que nous recevons de la lune et des étoiles, quand elle n'est point éclipsée par les nuages, n'est point suffisante pour nous éclairer ; il faut alors avoir recours aux lumières artificielles. De toutes les sources de lumière non permanentes, il n'en est qu'une seule qui puisse nous servir avec avantage, c'est la chaleur, parce que c'est la seule qui produise une intensité de lumière suffisante, et qui soit complètement à notre disposition. C'est par conséquent la seule que nous examinerons.

60. Il paraît qu'en général toutes les fois que la température d'un corps dépasse 500 degrés, il devient lumineux. Il résulte de là que tous les moyens propres à dégager de la chaleur, lorsqu'ils pourront atteindre ou dépasser la limite de température que nous venons d'assigner, produiront en même temps un dégagement de lumière. Ainsi le frottement, le choc et les actions chimiques, sont aussi des sources de lumière ; mais dans la production de nos lumières artificielles on n'emploie jamais que l'action chimique connue sous le nom de *combustion*.

Nous allons examiner avec soin en quoi consiste la

combustion et quelles sont les circonstances qui accompagnent cet important phénomène.

DE LA COMBUSTION.

61. La combustion résulte de la combinaison de certains corps avec un des élémens de l'air : nous examinerons d'abord les propriétés de l'air.

62. *Propriétés physiques de l'air.* L'air est une substance transparente, matérielle, pesante et très-élastique. La matérialité de l'air est une suite nécessaire de la résistance qu'il présente aux corps qui sont en mouvement, et du mouvement qu'il communique aux corps en repos. La pesanteur de l'air peut se reconnaître facilement en pesant un vase successivement plein et vide d'air, on trouve qu'il pèse plus dans le premier cas que dans le second ; en faisant cette opération avec beaucoup de soin, on a trouvé qu'un litre d'air pesait 1^{gr}, 29. Quant à son élasticité, on peut la constater en remplissant d'air une enveloppe flexible telle qu'une vessie, et la fermant exactement ; l'air cède à la pression, mais en résistant d'autant plus qu'il est déjà plus comprimé, et quand la pression cesse il revient à son volume primitif.

63. Lorsque de l'air est renfermé dans un vase dont les parois sont résistantes, et qu'on augmente la capacité du vase sans permettre que l'air intérieur communique avec l'air extérieur ; par exemple, lorsque dans un corps de pompe hermétiquement fermé par son extrémité inférieure on fait mouvoir le piston, l'air qui y était renfermé d'abord se dilate de manière

à occuper exactement tout l'espace qui se trouve au-dessous du piston ; et cela quelle que soit l'augmentation de l'espace qu'il occupait d'abord.

64. Une autre propriété très-importante de l'air, c'est de transmettre dans tous les sens la pression qu'on lui fait éprouver. Ainsi, par exemple, si on prend une pompe foulante dont la partie inférieure soit percée de trous dans toutes les directions, en aspirant de l'air par l'élévation du piston, et le compriment par sa descente, l'air comprimé s'échappe également par toutes les ouvertures, quelles que soient d'ailleurs leurs directions.

65. De ces propriétés de l'air on peut facilement déduire celles de la masse de ce fluide qui environne la terre, et qu'on désigne sous le nom d'atmosphère. En effet, l'air étant pesant et élastique, les couches de l'atmosphère supportant le poids de toutes celles qui sont au-dessus, et leur nombre étant d'autant plus petit, que celle que l'on considère est plus éloignée de la surface de la terre, il en résulte, que l'air est d'autant plus dense qu'il est plus voisin de la surface du globe ; et comme la force de ressort augmente en même temps que la densité, il en résulte encore que la force élastique de l'air va en diminuant à mesure qu'on s'élève. Enfin comme l'air transmet dans tous les sens la pression qu'il éprouve, lorsqu'un corps est plongé dans l'air il est pressé dans tous les sens par la force élastique de l'air, de haut en bas, de bas en haut, et dans toutes les directions latérales. Cette pression est énorme ; elle est équivalente, pour chaque portion de la surface, au poids d'un cylindre de mercure qui aurait pour

base la portion de surface que l'on considère, et 28 pouces de hauteur. Un cube qui aurait un centimètre de côté serait pressé sur toutes les faces par une force équivalente à 1 kilogramme 064 grammes.

66. Lorsqu'un corps quelconque est plongé dans un liquide ou dans l'air, il est poussé de haut en bas par sa pesanteur, et en sens contraire par une force égale au poids du liquide ou de l'air dont il tient la place. Il suit de là que, quand le poids du corps est plus grand que celui du fluide déplacé, il tombe; quand ces deux poids sont égaux, il reste stationnaire, et quand au contraire le poids du corps est plus petit que celui du fluide déplacé, le corps s'élève. On conçoit d'après cela que toutes les fois qu'une partie de l'air deviendra plus légère que les parties environnantes, elle s'élèvera. Or, l'air se dilate par la chaleur, et son poids sous le même volume diminue. Par conséquent l'air échauffé doit s'élever, et l'air refroidi doit descendre; et cela avec d'autant plus de vitesse que la différence de température avec l'air environnant est plus grande.

64. Après avoir ainsi exposé les principales propriétés physiques de l'air, nous allons examiner sa composition et ses propriétés chimiques.

68. *Propriétés chimiques de l'air*. L'air est formé du mélange de deux gaz, ayant individuellement les mêmes propriétés physiques que l'air : on les désigne, l'un sous le nom d'*oxigène*, l'autre sous le nom d'*azote*. Dans l'air libre, la quantité d'azote est à celle de l'oxigène comme 79 est à 21. Outre ces deux élémens, qui sont les parties essentielles de l'air, on y trouve en-

core de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau ; mais comme ces substances ne s'y rencontrent jamais qu'en petite quantité, qu'elles n'exercent aucune influence sur les phénomènes de la combustion, nous ne nous en occuperons pas.

69. L'azote ne joue qu'un rôle passif dans tous les phénomènes de la combustion : il ne fait, en quelque sorte, que délayer l'oxigène et en diminuer l'énergie.

70. L'oxigène, au contraire, est un des agens les plus puissans de la nature ; c'est le principe nécessaire de la combustion et de la vie.

71. L'oxigène jouit de la propriété remarquable de se combiner avec tous les corps simples, c'est-à-dire avec ceux dont on n'a pu extraire qu'une seule et même substance, tels que le charbon, le soufre, le phosphore, etc., et avec un grand nombre de corps composés ; le fait même de cette combinaison a reçu le nom de *combustion ;* les corps susceptibles de se combiner avec l'oxigène, celui de *corps combustibles ;* et le résultat de la combinaison, le nom de *corps brûlés.*

72. La combustion est souvent accompagnée de chaleur et de lumière ; mais elle a quelquefois lieu sans dégagement sensible de chaleur et de lumière. Telle est, par exemple, la combustion lente du fer dans l'air humide.

73. D'après ce qui précède, le résultat de la combustion doit être plus pesant que le corps combustible, de toute la quantité d'oxigène absorbé. Cependant le mot de combustion entraîne avec lui, du moins dans l'acception vulgaire, l'idée de destruction du corps com-

bustible. Et en effet, la plupart des combustibles que nous employons disparaissent par le fait même de la combustion, ou du moins ne laissent que des résidus insensibles; car les combustibles employés pour l'éclairage se dissipent complètement, et ceux que nous employons pour le chauffage ne laissent qu'un très-petit résidu, comparé à la masse de combustibles qui l'a produit.

74. Mais cette anomalie apparente est facile à expliquer. Les produits de la combustion peuvent être solides ou gazeux. Dans le premier cas, le résidu de la combustion en est tout le produit, et on reconnaît qu'en effet il y a augmentation de poids; c'est ce qu'on peut facilement vérifier en faisant brûler du plomb dans un vase exposé au feu; le métal se transforme en une matière grise qui pèse beaucoup plus que le plomb employé. Mais si les produits de la combustion sont gazeux, ils se dégageront à mesure qu'ils se produiront, et le résidu de la combustion ne sera formé que des substances solides et incombustibles qui existaient dans la matière qui a été brûlée: c'est ainsi qu'en brûlant du charbon, il ne reste pour résidu qu'une matière grise, connue sous le nom de cendres, formée des substances qui existaient dans le charbon, et que la combustion du soufre pur ne laisse aucun résidu. Dans le premier cas, le produit de la combustion est une substance gazeuse connue sous le nom d'acide carbonique; et dans le second, une matière de même nature que l'on désigne sous le nom d'acide sulfureux. Ainsi il faut bien distinguer les produits des résidus de

la combustion. Les produits sont toujours une combinaison d'oxigène et du corps combustible, dont le poids excède toujours celui du corps combustible, mais qui restent avec le résidu ou se dégagent, suivant qu'ils sont solides ou gazeux. Aussi, si on brûlait du charbon ou du soufre, de manière à recueillir l'acide carbonique ou l'acide sulfureux, on trouverait que ces gaz pèsent plus que le combustible consommé.

75. La grande chaleur, et par conséquent la lumière qui se dégage dans la combinaison de la plupart des corps combustibles avec l'oxigène, n'a point encore été expliquée d'une manière satisfaisante. On avait pensé d'abord que les corps gazeux ne devant cet état qu'à une grande quantité de chaleur qui est insensible au thermomètre, et dont l'effet unique est d'écarter les molécules les unes des autres; quand ces gaz forment des combinaisons solides, cette grande quantité de chaleur devait se dégager. On explique bien par ce raisonnement la chaleur qui se produit dans les combustions dont les produits sont solides; mais quand le produit est gazeux, cette explication n'est plus admissible. Il paraît que l'électricité joue un grand rôle dans le phénomène dont il s'agit.

76. Les corps combustibles sont très-nombreux. Mais ceux qu'on emploie pour se procurer de la chaleur ou de la lumière le sont très-peu, parce que, pour être employés, ils doivent satisfaire à plusieurs conditions importantes qui en excluent un grand nombre.

1° Ils doivent être facilement brûlés dans l'air at-

mosphérique, et la chaleur dégagée par la combustion doit être suffisante pour la maintenir et la propager; ou, en d'autres termes, la chaleur dégagée par la combustion doit être supérieure, ou au moins égale à celle qui est nécessaire pour la produire. Le soufre et le charbon satisfont à cette condition; mais le fer, le plomb, quoique des matières très-combustibles, n'y satisfont point, du moins dans les circonstances ordinaires. Car, quand ces métaux sont en combustion, si on les enlève du foyer où il a été nécessaire de les placer, la combustion s'arrête. Il serait possible que cet effet fût dû à ce que le corps brûlé qui se forme, étant solide, forme autour du métal une croûte qui le soustrait à l'action de l'air; cette raison devient plus probable lorsqu'on remarque que dans l'oxigène pur la combustion du fer se soutient, car alors la température est assez élevée pour fondre et faire couler l'oxide de fer à mesure qu'il se produit. Quoi qu'il en soit, il y a des corps dans lesquels la combustion ne se propage pas d'elle-même dans les circonstances ordinaires, et ceux-là ne peuvent être d'aucune utilité pour produire dans les arts de la chaleur ou de la lumière.

2° Ils doivent être abondans, et leurs prix ne doivent point être trop élevés.

3° Les produits de la combustion doivent être de nature à ne pas altérer les corps qui reçoivent l'action de la chaleur, et à ne pas porter dans l'air des gaz qui pourraient avoir une action nuisible sur l'économie animale ou végétale.

77. L'hydrogène et le carbone sont les seules sub-

stances simples qui remplissent ces différentes conditions : aussi le charbon et les substances végétales qui sont principalement formées de charbon et d'hydrogène sont les seules matières combustibles employées.

78. *De la flamme.* Quand un combustible est solide et reste tel, quelle que soit sa température, pendant toute la durée de la combustion, ce phénomène a lieu à la surface du combustible, et cette surface seule est lumineuse. L'air qui environne le corps, quoique soumis à une température très-élevée, n'est point lumineux, parce que les gaz ne sont point susceptibles de le devenir par une chaleur communiquée, quelque grande qu'elle soit d'ailleurs; ils ne le deviennent, comme nous le verrons, que quand ils sont eux-mêmes combustibles. Ainsi le charbon privé d'autres matières combustibles n'est lumineux qu'à sa surface.

79. Mais si le corps combustible est susceptible de se réduire en vapeurs à une température inférieure à celle qui se développe dans la combustion, la combustion aura lieu sur la vapeur formée. Le lieu de la combustion sera donc un espace situé au-dessus du combustible; car toutes ces vapeurs, à la température élevée à laquelle elles se forment, sont plus légères que l'air, et cet espace lumineux aura une forme qui dépendra à-la-fois de la forme et de la vitesse du courant de vapeur et du courant d'air.

80. Si le corps combustible, au lieu de se réduire en vapeurs, se décompose et dégage des gaz combustibles, comme, par exemple, le bois, l'huile, ces gaz se brûleront, et le lieu de leur combustion sera lumineux,

81. Le lieu de la combustion d'un gaz est ce qu'on appelle flamme ; il est facile de reconnaître par l'expérience, que c'est réellement la combustion des gaz qui se dégagent des corps combustibles qui la produit. En effet, si on éteint une chandelle de manière que la mèche conserve encore quelques points en ignition, il se dégage un filet de fumée épaisse et très-odorante : si on approche un corps enflammé de cette fumée, même à une grande distance de la mèche, elle s'enflamme, et la combustion se propage rapidement du haut en bas jusqu'à la mèche, la flamme de la chandelle redevient ce qu'elle était d'abord, et la fumée cesse. On peut même, comme nous le verrons bientôt, brûler cette fumée à une certaine distance de la mèche, et empêcher la combustion de se propager jusqu'à la fumée qui est en contact avec elle.

82. La combustion des corps gazeux produit une température beaucoup plus élevée que celle des corps solides. Ce fait peut se déduire de l'observation suivante : lorsqu'un corps solide est chauffé, il commence par prendre une teinte rouge obscure, qui s'éclaircit à mesure que la température augmente; si on la rend de plus en plus active par les moyens qui sont en notre pouvoir, tel qu'un courant d'air injecté avec un soufflet, le corps devient blanc et prend la teinte de la flamme. D'ailleurs, si l'on plonge dans la flamme des corps d'une petite dimension, ils prennent un éclat qui ne peut être produit que par une température extrêmement élevée.

83. Il est facile de se rendre compte de ce fait, en examinant ce qui se passe dans la combustion d'un

corps solide et d'un gaz : en effet, lorsqu'un corps solide brûle, la combustion n'a lieu qu'à sa surface, et une partie de la chaleur développée est absorbée par la masse du combustible, une autre par le courant d'air, et la dernière par le rayonnement des molécules en combustion. Les deux premières causes de perte de chaleur sont les mêmes pour les corps solides et pour les corps gazeux, du moins quand la température des premiers est devenue constante ; mais la troisième est beaucoup plus grande pour les corps solides que pour les gaz, parce que le rayonnement n'a pas lieu seulement par les molécules qui sont à la surface, mais encore par celles qui sont à une certaine profondeur. Par conséquent, par cette seule raison, la température de la flamme doit être plus élevée que celle des corps solides. Mais il y a encore deux autres causes qui ont aussi une grande influence ; 1° les corps solides sont toujours posés sur des supports, et ces derniers doivent absorber beaucoup de chaleur; 2° lorsque le produit de la combustion est gazeux, une certaine quantité de chaleur doit être employée pour produire cet effet.

84. Cependant, pour qu'une flamme soit brillante il faut quelle renferme des matières solides d'une manière quelconque. Il faut qu'il y ait des corps solides en permanence, ou que le gaz avant de brûler en dépose, ou enfin que le produit de la combustion soit solide ; toutes les combustions de gaz qui ne satisfont pas à l'une ou à l'autre de ces conditions, ont lieu avec une faible lumière. Ainsi la combustion de l'hydrogène pur, du soufre, donne une flamme peu brillante,

parce que le produit de la combustion de l'hydrogène est de la vapeur d'eau, et que celle du soufre est de l'acide sulfureux gazeux. Mais les flammes du phosphore, de l'arsenic, de l'hydrogène carboné, sont très-brillantes; parce que la combustion des deux premiers produit des matières solides, et que celle de l'hydrogène carboné est précédée par un dépôt de charbon.

Ce dernier fait est une conséquence nécessaire des expériences de M. Berthollet sur le gaz hydrogène carboné; car ce célèbre chimiste a démontré que ce gaz, soumis à l'action de la chaleur, dépose du charbon: or, quelle que soit la disposition employée pour brûler le gaz hydrogène carboné d'une manière continue, il s'échauffe nécessairement à mesure qu'il s'approche de la surface où il est brûlé, et il doit, par conséquent, déposer du charbon solide; d'ailleurs dans les lampes à gaz hydrogène percarboné, si l'appareil n'est pas disposé convenablement, il se volatilise du charbon non brûlé. On peut même vérifier directement sur la flamme d'une bougie ou d'une chandelle qu'il se forme un dépôt de charbon en dedans de la surface brillante de la flamme. Car, si on découpe un morceau de toile métallique de manière à lui donner la forme d'une section verticale de la flamme, en plaçant cette toile dans l'axe de la flamme, au moyen d'un petit prolongement qu'on enfonce dans la mèche; la flamme étant à l'abri d'un courant d'air on trouve au bout de quelques instans que le tissu métallique renferme à son contour, dans la partie qui était dans la flamme blanche, un dépôt épais de char-

bon, et que l'intérieur est seulement noirci. On peut observer un phénomène semblable en plaçant une toile métallique en travers d'une flamme : si la lumière est vacillante, il se forme sur le tissu métallique une tache noire; mais si la flamme est préservée des courans d'air, il se forme seulement un anneau noir correspondant à la partie blanche de la flamme.

85. La nécessité de la présence des corps solides dans les flammes, pour qu'elles soient parfaitement lumineuses, provient de ce que les gaz ne sont lumineux qu'à une température infiniment plus élevée que les corps solides; c'est ce qu'on peut reconnaître par un grand nombre d'expériences; nous en citerons quelques-unes. Si l'on fait passer un courant d'air à travers un tube incandescent, assez lentement pour qu'il en prenne exactement la température, l'air en sortant n'est point lumineux; mais des corps solides de petites dimensions y deviennent incandescens en peu d'instans. L'air qui environne des corps solides incandescens ne l'est point, cependant celui qui en est très-voisin doit avoir une température qui en diffère peu. Si on approche un fil de platine à une petite distance de la flamme d'une bougie, de manière qu'il ne pénètre pas dans la partie brillante de la flamme, il devient incandescent, ce qui prouve que la couche d'air qui lui a communiqué cette incandescence était à une température très-élevée, mais pourtant insuffisante pour rendre cet air lumineux. Lorsque l'on place dans la flamme de l'hydrogène un corps solide, tel qu'un fil d'amiante, de platine, il devient beaucoup plus lumi-

neux que la flamme elle-même. De tous ces faits il ne faut pas conclure cependant que les gaz non mêlés de corps solides ne puissent pas être rendus lumineux par une température très-élevée; la flamme du gaz hydrogène pur prouverait le contraire. Mais ceux qui peuvent devenir lumineux sont eux-mêmes combustibles, et ne le deviennent pas par une chaleur simplement communiquée, mais par une chaleur qui se développe en eux par la combustion.

86. Les gaz, pour brûler, et, par conséquent, pour donner naissance à la flamme, exigent une température plus ou moins élevée, suivant leur nature; il en est qui s'enflamment dans l'air, à la température ordinaire, comme l'hydrogène perphosphoré; d'autres exigent une température plus élevée que le rouge-cerise, tels sont la plupart des gaz employés pour l'éclairage, car tout le monde sait qu'un corps échauffé au rouge-cerise ne peut pas allumer la fumée d'une lampe ou d'une chandelle. Il suit de là, que si l'on enlève une grande partie de la chaleur d'une flamme la combustion pourra s'arrêter dans quelques parties, ou même cesser complètement.

87. Lorsqu'on dirige un courant d'air sur une flamme, ce courant produit deux effets opposés; l'air nécessaire à la combustion se renouvelant plus rapidement, elle augmente d'activité; mais d'un autre côté, le courant d'air entraînant de la chaleur par son passage, tend à abaisser la température: ces deux effets ont toujours lieu; mais le résultat, c'est-à-dire la différence de ces deux effets, dépend du

rapport entre la masse d'air et celle du combustible. Quand le courant d'air est très-petit par rapport à la masse incandescente, ce qui a toujours lieu quand cette dernière est solide, l'effet est toujours d'augmenter l'énergie de la combustion. Mais quand la matière incandescente est gazeuse, il arrive souvent le contraire : la flamme diminue d'intensité et finit par s'éteindre; mais si le courant était très-petit, si, par exemple, il était introduit par un tube d'un très-petit diamètre, la combustion recevrait une grande activité; c'est ce qui a lieu en effet lorsqu'on dirige sur une flamme un courant d'air à l'aide d'un chalumeau.

88. On peut encore diminuer la température d'une flamme, en y plaçant un corps solide d'une dimension suffisante, et qui soit très-bon conducteur de la chaleur, tel qu'une masse de métal; à l'instant la flamme prend une teinte rougeâtre, et une partie des gaz combustibles se dégage sans avoir été brûlée ; c'est ce qu'il est facile de vérifier sur la flamme d'une chandelle, en y plaçant un morceau de fer ou de tout autre métal.

89. Ce fait a conduit M. Davy à un moyen très-simple d'intercepter la flamme, dont il a fait ensuite une très-heureuse application. Si l'on place en travers d'une flamme un morceau de toile métallique, la chaleur étant absorbée par le métal, la combustion ne pourra pas se propager au-dessus de la toile ; la flamme s'arrêtera contre le tissu, et au-delà il se dégagera de la fumée. On peut même, en éteignant d'abord la flamme, plaçant la toile métallique, et allumant le gaz au-des-

sus de la toile, avoir une flamme au-dessus et de la fumée au-dessous. Mais pour que cet effet se manifeste d'abord, et pour qu'il se prolonge quand la toile est échauffée, il faut que ce tissu soit d'autant plus serré, que le gaz, dont on veut arrêter la flamme, est plus combustible.

90. Cette influence des tissus métalliques a conduit M. Davy à la découverte d'une lampe de sûreté pour les mineurs, qu'une longue série d'événemens funestes doit faire considérer comme un des plus beaux présens que la chimie ait faits à l'industrie.

91. Les mines de houille, situées à des profondeurs plus ou moins grandes, s'exploitent toutes par des galeries souterraines dont les directions varient. Ces mines laissent souvent dégager du gaz hydrogène carboné qui, comme on sait, est très-combustible; ce gaz disséminé dans l'air des galeries forme un mélange susceptible de produire les plus violentes explosions, lorsqu'on en approche une lampe ou tout corps à une température suffisamment élevée, parce que la combustion se propage presque instantanément dans toute la masse. Pour éviter ces dangereuses explosions dont souvent un grand nombre d'ouvriers étaient victimes, les mineurs s'éclairaient au moyen d'une roue à briquets, les étincelles continues qui se dégageaient du choc de l'acier et du silex produisaient une faible lueur dont ils étaient obligés de se contenter, mais cette lumière était souvent insuffisante. M. Davy imagina d'environner la flamme d'une lampe d'une toile métallique suffisamment serrée, de manière que la flamme

ne pût se propager au dehors de cette espèce de lanterne; l'intervalle des fils métallique est encore assez grand pour laisser passer une grande partie de la lumière. Ce petit appareil si simple est maintenant répandu dans toutes les grandes exploitations de houille; il a non-seulement l'avantage d'éviter les détonations; mais il prévient encore de la présence d'un mélange détonant; car si l'on porte la lampe dans un pareil mélange, celui qui pénétrera dans la lanterne fera explosion; pendant un instant très-court elle sera pleine de flamme, et la lumière s'éteindra.

92. Nous croyons devoir donner une description de cet ingénieux appareil; la fig. 31 représente la lampe de sûreté de M. Davy, A A A A est le réservoir d'huile; B B, un cylindre en toile métallique, environné d'une cage en gros fils de fer, qui supporte un espèce de chapeau terminé par un crochet. Le plateau MM, sur lequel est fixé le cylindre en toile métallique, se monte à vis sur le réservoir d'huile; mais pour que l'ouvrier ne puisse pas ouvrir la lampe et mettre la flamme à nu, ou pour avoir plus de lumière ou pour allumer sa pipe, ces deux parties de la lampe ne peuvent tourner qu'après qu'on a descendu une vis verticale dont la tête se trouve à la partie inférieure de la lampe, et ne peut être saisie que par une clef qui ne reste point à la disposition des ouvriers. Le bec qui porte la mèche est percé d'une ouverture latérale, par laquelle on peut élever ou baisser la mèche à l'aide d'un fil de fer recourbé, qui traverse le réservoir d'huile et qu'on fait mouvoir par le bas (fig. 31 bis).

93. La flamme n'est lumineuse qu'à sa surface extérieure, parce que c'est là seulement que le gaz enflammable est en contact avec l'air extérieur, et que la combustion a lieu; l'intérieur est obscur, et occupé par le gaz combustible. C'est ce dont on peut facilement s'assurer en plaçant une gaze métallique en travers de la flamme d'une lampe ou d'une chandelle.

94. La flamme est transparente; car si l'on place une lumière artificielle dans un espace éclairé par le soleil, on distinguera au travers les objets éclairés par le soleil; et en général on aperçoit distinctement une lumière à travers une autre flamme d'une moindre intensité. Une lampe à mèche plate donne autant de lumière dans la direction de la largeur de la mèche que dans le sens perpendiculaire. Lorsqu'on observe les intensités des lumières à l'aide de l'appareil que nous avons décrit, on a souvent l'occasion de remarquer un phénomène qui constate d'une manière bien évidente la transparence de la flamme: quand on place devant le tableau deux lumières qui diffèrent beaucoup en intensité, une bougie et une lampe à double courant d'air, et que la bougie est plus voisine du tableau, on aperçoit sur le tableau l'ombre de la bougie et de sa mèche, mais nullement celle de la flamme.

95. Dans ce qui précède nous avons considéré la flamme d'une manière générale; nous allons maintenant examiner d'une manière plus spéciale les flammes dont on se sert dans l'éclairage. Ces flammes sont toujours le résultat de la combustion du gaz hydrogène plus ou moins carboné, et quelquefois de l'oxide de

carbone ; du moins l'hydrogène et le carbone sont les seules substances élémentaires combustibles que renferment les différentes substances employées dans l'éclairage. Quelquefois ces gaz sont formés d'avance, et on les laisse dégager par de petits orifices à la sortie desquels ils sont enflammés ; d'autres fois ils se produisent dans les mèches des bougies, des chandelles ou des lampes, par la décomposition que les matières grasses y éprouvent par la chaleur. Dans ce qui suit nous prendrons pour type la flamme d'une bougie, où le phénomène est le plus compliqué ; tous les détails dans lesquels nous entrerons seront immédiatement applicables aux chandelles ; tous, à l'exception de la fusion de la matière grasse, seront applicables aux lampes alimentées par les huiles ; enfin tous se reproduiront dans l'éclairage au gaz, à l'exception de la fusion de la matière, de son ascension dans la mèche, et de sa décomposition.

96. *Examen de la flamme d'une bougie*. Aussitôt que la mèche d'une bougie est enflammée elle fond la cire qui est au-dessous d'elle ; et la fusion s'étendant à une plus grande profondeur près de la mèche qu'à la circonférence de la bougie, il se forme au pied de la mèche une petite capsule solide, pleine de cire liquide. Ce petit bain de matière liquide doit nécessairement avoir la forme que nous venons de lui assigner, parce que si nous considérons une section plane de la bougie, les points de la circonférence étant plus éloignés de la flamme que le centre du cercle, en reçoivent moins de chaleur rayonnante, et les points voisins de la mèche recevant d'ailleurs de la chaleur qui leur est communiquée di-

rectement, il arrivera nécessairement que la cire entrera en fusion à une plus grande profondeur dans le voisinage de la mèche, qu'à la circonférence de la bougie.

97. Cette cire fondue s'élève dans la mèche en vertu d'une action qu'on désigne sous le nom de capillaire, et sur laquelle nous allons donner quelques détails. Lorsque dans un liquide on plonge un corps solide de forme quelconque, et qu'il peut être mouillé par lui, on sait que le liquide s'élève contre sa surface, de sorte que le niveau du liquide est terminé à une petite distance du corps par une surface concave. Si on plonge dans un liquide deux corps terminés par des surfaces planes parallèles, le même phénomène a lieu autour de chacun. Tant que les corps sont assez éloignés l'un de l'autre pour que la surface du liquide placé entre eux renferme une partie plane, aucun nouveau phénomène ne se manifeste ; mais si on les rapproche assez pour que les deux surfaces concaves qui terminent le liquide qui les touche se rencontrent, à l'instant le liquide s'élance entre les deux corps, et se maintient à une hauteur d'autant plus grande que les corps sont plus rapprochés. Ce phénomène a également lieu quelle que soit la forme de l'intervalle qui sépare les deux corps; il se manifeste également dans un tube creux, quelle que soit la forme du canal, et en général dans tout espace étroit, pourvu que son plus grand diamètre n'excède pas le double de la distance à laquelle le liquide s'élève contre la surface extérieure de ce corps plongé dans le même liquide. Cette ascension des liquides est indépendante de la nature des corps

sur lesquels elle se manifeste, pourvu qu'ils puissent être mouillés et qu'ils l'aient été préalabement. Comme on l'observa d'abord dans des tubes d'un très-petit diamètre que l'on pouvait comparer à celui des cheveux, ces phénomènes reçurent le nom de phénomènes capillaires, qu'ils ont conservé.

98. Si le corps ne pouvait pas être mouillé par le liquide, dans les mêmes circonstances que précédemment, il y aurait abaissement du liquide au-dessous du niveau extérieur.

99. L'élévation ou l'abaissement des liquides dans des espaces capillaires, suivant que les corps sont ou ne sont pas mouillés par les liquides, est dû à l'action qu'un liquide exerce perpendiculairement à sa surface, suivant qu'elle est plane, concave ou convexe; nous renvoyons pour plus de détails aux différens traités de physique.

100. On conçoit d'après cela que, la mèche étant composée de fils séparés par de très-petits intervalles, et les fils eux-mêmes étant formés de filamens extrêmement déliés, la mèche doit présenter une infinité de petits canaux capillaires disposés dans le sens de la longueur de la mèche, dans lesquels la cire fondue doit s'élever à une hauteur assez considérable.

101. La cire arrivée dans la partie de la mèche qui se trouve à une température élevée éprouve une véritable décomposition; elle est réduite en vapeurs qui se dégagent tout autour de la circonférence de la mèche; il y a donc autour de cette dernière un espace uniquement occupé par les vapeurs combustibles.

Quand la température n'est pas suffisamment élevée, les vapeurs s'élèvent au-dessus de la mèche, et se dissipent ensuite dans l'atmosphère en y répandant une odeur plus ou moins désagréable, suivant la nature de la matière dont est formée la bougie. Mais quand la température est suffisante, la combustion a lieu à la surface extérieure de cette masse de vapeurs, et il en résulte une flamme plus ou moins brillante.

102. La flamme d'une bougie ou d'une chandelle a une forme conique, et quand on l'examine avec attention, on y remarque quatre parties distinctes (fig. 32): 1° à sa base se trouve une partie *ab*, d'un bleu sombre, qui s'amincit à mesure qu'elle s'éloigne de la mèche, et disparaît complètement là où la surface extérieure de la flamme s'élève verticalement; 2° au milieu de la flamme est un espace obscur *c d* qu'on aperçoit à travers l'enveloppe brillante; cet espace, comme nous l'avons dit précédemment, est occupé par les vapeurs émanées de la mèche, mais en réalité il est bien plus étendu qu'il ne paraît; 3° autour de cet espace est la partie brillante de la flamme; 4° enfin au dehors de celle-ci on aperçoit, en regardant attentivement, une dernière enveloppe *gf*, peu lumineuse; c'est dans cette partie extérieure que la combustion du gaz s'achève, et que la température est la plus élevée.

103. On peut facilement se rendre compte de toutes ces circonstances que présente la flamme; et nous insisterons d'autant plus volontiers sur cet objet, que nous serons conduit à des remarques importantes sur la longueur des flammes, et sur l'influence des courans d'air.

104. Imaginons une tranche très-mince de gaz inflammable, placée horizontalement et qui s'élève dans l'air parallèlement à elle-même avec un mouvement uniforme; supposons qu'elle ne puisse brûler qu'à sa circonférence, et que les deux bases supérieure et inférieure soient préservées de la combustion par un moyen quelconque : elles le sont dans les flammes ordinaires par les tranches qui précèdent et qui suivent. Si la circonférence est à une température assez élevée, elle brûlera; mais à chaque instant la couche d'air qui aura concouru à la combustion, ainsi que les produits de cette combustion, étant très-chauds, s'élèveront très-rapidement, et feront place à d'autres couches d'air, qui s'élèveront à leur tour; et comme le diamètre de la tranche de gaz va toujours en diminuant, il est évident que sa combustion offrira l'aspect d'une suite de cercles allant en décroissant et finissant par un point unique. Si par la pensée nous traçons la série de cercles que la combustion a successivement développés, nous formerons un cône dont la longueur dépendra du rapport des vitesses de la tranche de gaz et de celle de l'air qui s'échappe après la combustion. Si, par exemple, la vitesse du courant d'air était extrêmement grande, comparée à la vitesse du cylindre de gaz, la combustion totale aurait lieu pendant que la tranche parcourrait un espace très-petit; par conséquent le cône formé par la succession des cercles lumineux serait très-surbaissé. Et si, au contraire, il n'y avait qu'une très-petite différence entre ces vitesses, les cercles lumineux ne se manifesteraient qu'à de grandes

distances les uns des autres; car l'air qui a servi à la combustion ne pouvant plus l'alimenter, la circonférence du cylindre ne pourrait redevenir lumineuse que quand la différence de vitesse l'aurait débarrassé de l'air qui avait servi à la combustion précédente. Maintenant, si nous supposons une suite de tranches analogues se mouvant à la suite les unes des autres, chacune d'elles donnera naissance à la même série d'anneaux colorés; et comme à un même instant il y aura une tranche en combustion dans chaque section du cône; ce cône paraîtra entièrement lumineux.

105. Ce que nous venons de supposer se trouve réalisé dans la combustion des bougies et des chandelles; car le cylindre de vapeurs combustibles qui se dégage de la mèche peut être considéré comme composé de tranches très-minces qui se succèdent continuellement, et dont la combustion diminue le diamètre à mesure qu'elles s'éloignent de leur origine. Ainsi, la flamme des bougies et des chandelles doit être conique, et nous allons examiner quelles sont les circonstances qui font varier sa hauteur.

106. Supposons d'abord que la vitesse du dégagement des vapeurs combustibles reste la même, ainsi que la rapidité du courant d'air; dans les appareils dont il est question, la vitesse du courant d'air provenant uniquement de la température qui lui est communiquée par la combustion, en supposant que l'intensité de la lumière reste la même, cette dernière condition sera remplie. Dans la supposition que nous venons de faire, il est évident que la longueur de la

flamme sera d'autant plus grande que la section de la colonne de vapeur combustible sera plus étendue, et si on admettait que sa combustion s'effectue toujours de la même manière, et sur une égale épaisseur de la tranche combustible, à quelque largeur qu'elle soit réduite, la hauteur de la flamme serait proportionnelle au diamètre de la colonne de vapeurs combustibles.

107. Supposons maintenant que le diamètre de la tranche combustible ne varie pas ainsi que sa vitesse, et supposons que le courant d'air soit à notre disposition et que nous puissions l'accélérer ou le retarder à volonté. Mais voyons d'abord comment nous pourrons nous y prendre pour produire cet effet. Quant à l'accélération, la chose est facile; il suffit d'environner la bougie d'un tuyau de verre d'un diamètre un peu plus grand, et de faire varier sa hauteur. Pour diminuer la vitesse, il suffira de fermer hermétiquement la cheminée par la partie inférieure: il se formera alors deux courans, l'un d'air chaud qui s'élèvera, l'autre d'air froid qui descendra; et comme ces deux courans se communiquent de la chaleur par leur contact, leur différence de température sera d'autant moins grande que la cheminée sera plus longue, et par conséquent le courant d'air qui alimentera la flamme diminuera aussi à mesure que ce tuyau sera plus élevé. Mais il serait plus simple d'environner la bougie d'une cheminée ordinaire, et de diminuer l'espace par lequel l'air s'introduit.

108. Il est facile de prévoir ce qui arrivera quand le courant d'air augmentera de rapidité; en effet, la com-

bustion de chaque tranche de la colonne de vapeur s'exécutera dans un temps plus court, et par conséquent la flamme diminuera de hauteur. Mais ce courant accéléré a une autre influence qu'il est important de connaître. Tant que la quantité d'air qui vient toucher la flamme n'excède pas celle qui est nécessaire à la combustion, le courant active la combustion, élève la température de la flamme, et la rend plus brillante, quoique d'une moindre étendue. Mais aussitôt que cette limite est dépassée, cet excès d'air qui vient lécher la flamme et s'y échauffer inutilement, en abaisse la température, elle devient moins lumineuse, et prend une teinte bleuâtre; il peut même arriver que la température soit tellement diminuée que la flamme s'éteigne.

109. Quant à l'influence de la diminution du courant d'air, l'effet est opposé; la flamme s'allonge, rougit; sa température diminue, et une partie des gaz échappe à la combustion.

110. Il ne nous reste plus, pour terminer ce que nous avons à dire sur la flamme, qu'à rendre compte des différentes parties qu'on y observe. L'espace conique noir qu'on apercevait au centre de la flamme est, comme nous le savons déjà, occupé par les vapeurs combustibles. L'enveloppe brillante qui entoure cet espace est le lieu où se fait la combustion. Mais quelle est l'origine de cette flamme bleue qui est à la base de la flamme, et de cette enveloppe beaucoup moins brillante encore qui recouvre la partie supérieure de la flamme la plus apparente? Quant à la flamme bleue

inférieure, je crois qu'elle est due à une combustion incomplète de la vapeur, qui, tendant continuellement à monter et à rentrer dans l'intérieur, se soustrait continuellement à l'action de l'air; aussi la température en est peu élevée; elle a d'ailleurs la teinte que prend une flamme sur laquelle on dirige un courant d'air bien supérieur à celui qui est nécessaire pour la combustion; et sa disparition à l'endroit où la flamme s'élève verticalement est aussi une conséquence nécessaire de notre hypothèse: car alors son mouvement ascensionnel ne la soustrait plus à l'action de l'air; il l'accompagne, et complette sa combustion. La flamme bleue, très-peu visible, qui entoure supérieurement la flamme blanche, a une température excessivement élevée, même beaucoup plus que celle de la flamme la plus brillante; car si on y place un fil de platine il prend une incandescence beaucoup plus vive que dans la flamme proprement dite. Je serais très-disposé à croire que cette flamme est due à ce que l'hydrogène percarboné, ayant la propriété d'abandonner presque tout son carbone par l'action de la chaleur, et cette décomposition, ainsi que la combustion du carbone, ayant lieu dans la partie de la flamme la plus brillante, une certaine quantité d'hydrogène presque pur échappe à cette combustion, brûle un peu au-delà, et produit cette flamme si faible, et qui l'est rendue encore davantage par l'aspect de celle qui est si brillante, mais qui d'ailleurs est à une température très-élevée.

111. Avant de terminer ces considérations particulières sur la flamme des bougies, nous donnerons quel-

ques détails sur la cause de l'affaiblissement de l'intensité de la lumière des chandelles, à mesure que la mèche se charbonne. Cette variation est très-considérable, car dans l'espace d'une demi-heure la lumière tombe de 100 à 16. La portion de la mèche qui est charbonnée agit de plusieurs manières : 1° elle intercepte une partie de la flamme; 2° pour chaque partie de la flamme elle intercepte une portion de la chaleur rayonnée sur elle par les autres parties de la flamme, 3° elle conduit plus facilement la chaleur de haut en bas, surtout si son extrémité est plongée dans la surface extérieure de la flamme, car alors elle devient incandescente. Ainsi il y a plus de suif décomposé, parce que la mèche est plus chaude; les différentes parties de la flamme sont à une plus basse température; il y a une plus grande perte de chaleur par la mèche, et une partie de la lumière est interceptée. On voit d'après cela que toutes les circonstances sont réunies pour affaiblir l'intensité de la lumière et pour produire de la fumée.

Le même phénomène n'a pas lieu dans les bougies, parce que les mèches sout beaucoup plus petites. Plus tard, nous verrons pourquoi les mèches employées à brûler le suif doivent être beaucoup plus considérables que celles qui sont destinées à brûler la cire.

CHAPITRE III.

ÉCLAIRAGE PAR LES MATIÈRES SOLIDES.

112. Les matières solides sont probablement les premières dont on s'est servi pour se procurer de la lumière, et l'emploi des bois résineux doit avoir précédé celui des matières grasses mises sous la forme de bougies ou de chandelles, ou placées dans des vases pour servir de lampes. Les paysans corses sont même encore dans l'usage de s'éclairer avec des morceaux de pin résineux. Nous n'essaierons point de suivre les progrès de l'éclairage par les matières solides à des époques très-reculées, nous l'examinerons tel qu'il est établi aujourd'ui.

113. Les matières solides employées dans l'éclairage sont disposées de deux manières différentes; quelquefois elles sont coulées dans des vases de peu de profondeur, dans lesquels on place une mèche; plus souvent, elles sont moulées en cylindres ou en prismes dont le centre est occupé par une mèche ordinairement en coton. La première disposition est la moins favorable de toutes, parce qu'il se dégage une grande quantité de matières combustibles qui échappe à la combustion sous la forme d'une fumée noire et très-odorante; aussi elle n'est employée que dans les illuminations : nous ne nous en occuperons pas.

114. La seconde est généralement employée; nous la décrirons avec soin. Les matières employées sont de quatre espèces : le suif, la cire, le blanc de baleine, et les acides margarique et stéarique.

CHANDELLES DE SUIF.

115. Nous examinerons d'abord la nature des graisses employées, leur purification, et nous décrirons ensuite la fabrication des chandelles.

116. On trouve des matières grasses dans un grand nombre de tissus animaux ; elles se rencontrent principalement sous la peau, dans le voisinage des reins, à la base du cœur, etc. Ces matières sont en général fluides dans les cétacées, molles et d'une odeur forte dans les carnivores, et solides dans les ruminans. Ces dernières portent le nom de suif. On n'emploie dans la fabrication des chandelles, du moins dans celles qui sont de bonne qualité, que les suifs qui proviennent du bœuf, du bouc, et du mouton ; les autres sont trop mous et trop fusibles.

117. Les suifs, tels qu'ils sont extraits de l'animal, portent le nom de *suifs en branche*. Ces masses sont formées d'un grand nombre de petites vésicules qui renferment le suif. Pour séparer ces membranes, on employait autrefois, et on emploie encore, dans un grand nombre de fonderies, le procédé suivant qui est très-défectueux. On coupe le suif en petits morceaux, et on le fait chauffer fortement dans une chaudière de cuivre; le suif entre d'abord en fusion, mais ne sort que des vésicules qui ont été coupées; ce n'est qu'à

une température très-élevée qu'il peut sortir des autres, parce qu'alors les membranes se contractent fortement et finissent par crever. On sépare alors les fragmens de ces membranes en passant le suif à travers un tamis serré; ces membranes, presque grillées par la chaleur qu'elles ont éprouvée, restent sur le tamis, et on les presse ensuite fortement pour en faire sortir la graise qui les mouille. Le résidu, désigné dans le commerce sous le nom de crétin, est employé pour la nourriture des animaux. Le suif purifié est alors reçu dans un vase profond où il se maintient chaud plusieurs heures durant lesquelles les matières étrangères se précipitent.

Ce procédé est très-défectueux, en ce qu'il exige une température très-élevée qui altère nécessairement le suif.

118. Le meilleur procédé consiste à broyer le suif au moyen d'une meule en pierre verticale qui parcourt une auge circulaire, et que l'on met en mouvement à l'aide d'un manège. Le suif étant réduit en une espèce de bouillie, toutes les petites vésicules sont brisées ; il ne reste plus alors qu'à fondre le suif à une température seulement suffisante pour cet objet, et à séparer les membranes déchirées, en faisant passer la matière fondue à travers un tamis de crin serré. On peut faire cette fusion par l'application directe de la chaleur, mais il est bien plus avantageux d'employer la vapeur. Cependant il ne faut pas faire condenser la vapeur dans le bain de suif, parce que l'eau chaude provenant de la condensation de la vapeur, en agis-

sant sur les membranes, provoquerait la formation d'une certaine quantité de gélatine, qui se combinerait en partie avec le suif; cette gélatine éprouvant facilement la fermentation putride, donnerait bientôt au suif une odeur infecte dont on ne pourrait pas le débarrasser. Il faut toujours faire agir la vapeur de manière à ce que le produit de sa condensation ne se mêle pas au suif: pour cela, on environne la chaudière d'une double enveloppe et on introduit la vapeur entre les deux vases; ou bien on place dans la chaudière un serpentin en cuivre, dans lequel on fait circuler la vapeur d'eau. Dans tous les cas, il est avantageux d'employer la vapeur d'eau pour prolonger la fusion après la séparation des membranes, afin de faciliter la précipitation des matières étrangères.

119. Les suifs fondus et purifiés par décantation peuvent servir immédiatement à la fabrication des chandelles. Ordinairement on emploie parties égales de suif de mouton et de bœuf; mais quelques fabricans leur font encore subir une opération qui a pour but de les durcir.

120. Plusieurs fabricans soumettent de nouveau le suif à la fusion, en y ajoutant une certaine quantité d'alun. D'autres commencent par faire fondre le suif en y ajoutant le quart de son poids d'eau, le font ensuite passer à travers un linge; le remettent dans la chaudière avec la même quantité d'eau, plus une demi-once de salpètre, autant de sel ammoniac, et 1 once d'alun calciné pour 8 livres de suif; le mélange est maintenu en ébullition jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de bulles; on le laisse alors refroidir. Le

pain sorti de la chaudière présente à sa partie inférieure des crasses que l'on enlève ; après quoi le suif est fondu de nouveau avec un quart d'once de nitre purifié ; on laisse un peu bouillir, et on enlève l'écume brunie qui monte à la surface. Ce procédé, décrit dans le Dictionnaire technologique, me paraît bien long ; il est difficile de se rendre compte de l'action des sels ajoutés au bain ; et d'ailleurs je ne crois pas que l'expérience l'ait sanctionné.

121. D'autres emploient un procédé découvert en Angleterre par M. Héard. Il consiste à verser dans du suif en fusion une quantité d'acide nitrique concentré, qui varie suivant la nature du suif : elle est d'un gramme pour les suifs de première qualité, et elle s'élève jusqu'à quatre grammes pour ceux qui ont une consistance molle ; le mélange est agité et maintenu en fusion jusqu'à ce qu'il ait pris une teinte orangée ; alors on le laisse refroidir et on le soumet à l'action d'une presse très-puissante après l'avoir renfermé dans une étoffe de laine et dans un sac de ficelle très-forte ; il s'en dégage une huile fluide, et le résidu est un suif jaunâtre, qui a beaucoup plus de consistance que celui sur lequel on a opéré. Il ne reste plus alors qu'à le blanchir, en l'exposant à l'air et à la lumière. Les chandelles préparées avec ce suif paraissent supérieures à celles qui proviennent des suifs ordinaires.

122. Quel qu'ait été d'ailleurs le mode de purification du suif, les chandelles se préparent suivant les mêmes procédés. On connaît deux manières différentes de fabriquer des chandelles : nous allons les dé-

crire successivement; mais avant, nous parlerons de la préparation des mèches, qui est la même dans les deux modes de fabrication.

123. Le coton employé pour faire les mèches ne doit renfermer ni fragmens de noyaux, ni aucune ordure; les fils doivent être unis, légèrement tordus, et doublés.

124. La manière la plus simple de faire les mèches consiste à mettre dans un tambour ou dans une petite caisse un nombre de pelotons de fils égal à la moitié de celui des fils qui doivent former la mèche; les mèches renfermant ordinairement 18 fils, c'est 9 pelotons que l'on met dans le tambour. On prend le fil de chacun d'eux, on les réunit et on les fait passer ensemble autour d'une cheville verticale fixée dans une table; on approche les deux faisceaux de fils, et on les présente à un couteau vertical fixé sur la même table à une distance de la cheville égale à la longueur que doit avoir la mèche; l'extrémité du faisceau des fils étant en contact avec le couteau, on coupe les autres fils, on donne à la mèche une légère torsion, et on continue à en couper de nouvelles.

125. Quelques fabricans font bouillir dans du vinaigre les écheveaux de coton destinés à faire les mèches, et les font ensuite sécher. Probablement cette opération ne s'effectue que sur les cotons qui proviennent des debourrures de cardes, et que l'on ne peut filer qu'en les impreignant d'une eau savonneuse. Le vinaigre a alors pour objet de décomposer la petite quantité de savon qui reste dans le coton; l'alcali est enlevé, et il

reste une matière grasse qui doit faciliter la combustion. D'autres plongent les mèches dans des huiles essentielles, dans de l'alcool pur, ou tenant du camphre en dissolution. Quand ces substances restent, du moins en partie, dans la mèche, on conçoit que, comme elles sont très-combustibles, elles doivent avoir une influence. Mais si les mèches sont séchées ensuite, il est difficile de concevoir quel but peut avoir cette immersion. Enfin il en est qui plongent les mèches dans de la cire ou du blanc de baleine; dans ce dernier cas, les chandelles durent beaucoup plus, parce que, ces matières étant moins fusibles que le suif, la mèche se découvre moins et il y monte moins de matières grasses; mais aussi la quantité de lumière produite est plus petite.

126. Nous avons dit qu'il y avait deux méthodes différentes pour faire les chandelles. La première consiste à placer la mèche dans un moule que l'on remplit ensuite de suif : les chandelles ainsi préparées portent le nom de chandelles moulées. La seconde consiste à plonger les mèches dans un bain de suif, et à réitérer cette opération jusqu'à ce que les couches de suif accumulées donnent à la chandelle la grosseur suffisante : les chandelles ainsi fabriquées portent le nom de chandelles à la baguette.

127. Les moules dont on se sert dans le premier mode de fabrication, peuvent être en verre ou en étain; en verre ils sont beaucoup plus économiques.

128. Les moules de chandelles en étain sont formés de deux parties; l'une, qui doit former le corps de la chandelle, est un peu conique et percée à

son extrémité d'une ouverture pour laisser sortir le collet de la mèche ; l'autre, qui est seulement posée à la base de la première, est un cône tronqué évasé, renfermant une traverse percée d'un trou destiné à recevoir la partie inférieure de la mèche, pour la maintenir dans l'axe du moule. La première partie des moules se place dans des trous très-rapprochés, pratiqués dans une table, le sommet du cône en bas; ils s'y maintiennent par un petit rebord ; la seconde partie du moule se pose sur la première; ensuite, à l'aide d'un petit crochet en fer qui passe dans le collet de la mèche, on la fait passer d'abord par l'ouverture de la traverse métallique qui est placée dans la partie supérieure du moule, et ensuite dans l'ouverture inférieure. Les moules en verre ont la même forme que les moules en étain; mais ils ne sont composés que d'une seule pièce ; on maintient la mèche dans l'axe, ne la passant à travers un petit morceau de bois qui repose sur les bords évasés du moule ; alors le collet de la mèche ne se trouve pas en dehors. Quand les mèches sont en place, on remplit le moule de suif fondu, avec des pots en fer-blanc à bec ou à goulot, où on le laisse d'abord refroidir jusqu'à ce que la surface se couvre d'une pellicule, afin que le suif soit à une température très-peu élevée au-dessus de celle de sa congélation. Si le suif était trop chaud, la surface des chandelles ne serait pas unie, et on les retirerait plus difficilement du moule : ce dernier effet provient de ce que, le suif étant très-chaud, le métal du moule se dilate avant que la congélation du suif ne soit effectuée : alors le moule

congélation du suif ne soit effectuée: alors le moule augmente de dimension, et en se resserrant après la prise du suif, la chandelle se trouve fortement pressée

129. Lorsque le suif est suffisamment refroidi, on soulève verticalement la partie supérieure du moule: la chandelle sort; et on la coupe à sa base avec un couteau chaud.

130. On trouve souvent dans le commerce des chandelles dont la mèche ne descend pas jusqu'à la partie inférieure. Dans la fabrication de ces chandelles, on suspend la mèche par son collet à un fil de coton que l'on fixe à la base du moule. Cette disposition est très-commode pour couper le pied de la chandelle sans la déformer; il y a d'ailleurs une petite économie de coton, puisqu'il ne reste point de mèche dans la base de la chandelle que l'on retranche, et qu'elle n'a pas toute la longueur de la chandelle.

131. *Chandelles à la baguette.* Ces chandelles sont ainsi désignées parce qu'elles se fabriquent à l'aide de petites baguettes en sapin ou en noisetier. Ces baguettes ont ordinairement 2 pieds à 2 pieds et demi de longueur sur 2 à 3 lignes d'épaisseur. On commence par y enfiler des mèches par leur collet; on place 15 mèches sur une même baguette pour les chandelles de 5 à la livre, et 18 pour celles de 6.

132. Le vase qui doit contenir le suif, et qu'on désigne ordinairement sous le nom d'*abîme*, est quadrangulaire, en cuivre ou en bois. Sa profondeur doit être suffisante pour que les mèches y puissent être entière-

ment plongées; et sa largeur est plus petite que la longueur des baguettes. Le suif doit y être maintenu à une hauteur constante telle que la distance du niveau du suif aux bords du vase soit égale à la longueur de la mèche qui dépasse la partie supérieure de la chandelle. La température du suif doit être très-voisine de celle de sa congélation; on maintient cette température pendant l'opération, en remplaçant le suif consommé par une même quantité de suif plus échauffé, ou bien au moyen de la vapeur, comme nous l'avons dit en parlant de l'épuration du suif:

133. L'ouvrier prend d'abord deux baguettes garnies de mèches, qu'il soutient horizontalement par les extrémités en les séparant avec les doigts, et il les abaisse verticalement à plusieurs reprises dans l'*abîme;* ensuite il les pose sur des tringles horizontales qui sont placées à côté, et où elles s'égouttent sur une table à rebords : cette première immersion porte le nom de *plingeure*. Un ouvrier porte ensuite les baguettes dans l'établi, où elles sont posées sur des traverses de bois. Lorsque le suif dont on a recouvert les mèches est refroidi, on renouvelle les immersions jusqu'à ce que la chandelle ait acquis la grosseur convenable. La dernière immersion s'appelle *colleter*, parce qu'on enfonce la chandelle jusqu'à ce que le suif monte dans la boucle qui termine la mèche et qu'on nomme collet.

134. Après le refroidissement de la dernière plongée, la chandelle est plus longue que la mèche, et terminée par un cône renversé; il faut alors les rogner

pour leur donner la forme convenable et les mettre au poids. Cette opération s'exécute en suspendant aux deux extrémités d'une baguette garnie de chandelles deux tiges de fer, qui ont exactement la longueur que doivent avoir les chandelles; et, suspendant la baguette horizontalement au-dessus d'un vase de cuivre peu profond et à fond plat, chauffé en dessous, de manière que la partie inférieure des chandelles appuie légèrement sur le fond du vase, le suif en excès se fond, s'écoule à mesure par un goulot dont le vase est garni au niveau de son fond, et le raccourcissement des chandelles s'arrête quand les tiges de fer, qui sont placées aux deux extrémités de la baguette, rencontrent le fond du vase; a cet instant l'opération est terminée. Il ne reste plus, pour livrer les chandelles à la consommation, que de les exposer à l'air pour les sécher et les blanchir.

135. L'hiver est la saison la plus favorable pour la fabrication des chandelles. Celles qui sont vieilles sont préférables aux nouvelles, parce qu'elles sont moins susceptibles de couler, qu'elles durent davantage, et que pour la même consommation de suif elles produisent plus de lumière.

136. On a annoncé dans le Dictionnaire technologique qu'en ajoutant au suif de la fécule de marron d'Inde dans des proportions convenables, on obtenait une chandelle de bonne qualité, et qui répandait en brûlant une odeur agréable : j'ai peine à croire que ce mélange puisse donner de bons résultats, car il est

probable que le suif déposera la fécule dans la mèche, et cette dernière, en s'y décomposant, laissera un dépôt de charbon qui devra en obstruer les pores; il serait cependant important d'en faire l'expérience.

137. On a fait, en Angleterre et en France, d'inutiles efforts pour perfectionner les chandelles, sous le rapport de la disposition de la matière grasse et de la mèche.

138. En 1799 Willam Boltz prit en Angleterre un brevet pour plusieurs perfectionnemens dans la fabrication des chandelles, et en 1800 James White prit à Paris un brevet pour le même objet. Quoique ces nouvelles chandelles n'aient point été adoptées, nous les décrirons parce qu'elles sont ingénieuses.

139. Dans ces nouvelles dispositions, la mèche se pose dans les chandelles toutes fabriquées, lorsqu'on veut les brûler. Ces chandelles sont alors des masses de suif pleines ou creuses.

140. Wiliam Boltz employait d'abord la forme légèrement conique des chandelles ordinaires, et des prismes à six pans à cause de la facilité avec laquelle on les emballe pour le transport. Ces masses de suif s'obtenaient par des procédés analogues à ceux que nous avons indiqués pour les chandelles moulées.

141. Il préparait aussi des cylindres percés dans l'axe, et d'autres qui, indépendamment de cette ouverture centrale, en avaient une autre disposée circulairement autour de la première. Ces derniers étaient alors formés par deux cylindres creux concentriques qui laissaient entre eux un intervalle.

142. Les chandelles pleines devaient être brûlées dans des chandeliers à ressort qui maintenaient l'extrémité supérieure de la chandelle à la même hauteur, la mèche était très-courte, et elle était retenue au centre du petit godet de suif liquéfié au moyen d'une petite traverse qui s'appuyait sur les bords de l'orifice du cylindre dans lequel la chandelle était renfermée, ou au moyen d'un fil de fer fixé sur la surface supérieure du cylindre.

143. Les chandelles percées d'un seul canal médullaire pouvaient être brûlées dans un chandelier ordinaire. On pouvait y adapter une longue mèche cirée, mais il fallait la moucher comme dans les chandelles ordinaires; ou bien une mèche courte qui s'abaissait à mesure que le suif se consommait : ce mouvement de la mèche s'exécutait au moyen d'un petit poids qui était attaché à la partie inférieure de la mèche et qui descendait dans le creux central de la mèche; cette dernière était maintenue à la surface supérieure de l'orifice par son épaisseur qui était plus grande que l'ouverture du canal au-dessus duquel elle était placée.

144. Les chandelles qui renfermaient, outre le canal central, un espace annulaire, devaient recevoir dans ce dernier espace une mèche circulaire, très-courte, garnie inférieurement d'un bourelet qui l'empêchait de glisser dans la rainure; elle descendait par un anneau de fer placé au-dessous d'elle, qui se mouvait par son poids dans l'espace annulaire; le canal central amenait un courant d'air, comme dans les lampes d'Argand.

Il est facile de comprendre que la complication dans les dispositions nécessaires à la combustion de ces chandelles a été la principale cause qui les a fait abandonner.

145. M. Boltz avait aussi imaginé un appareil très-ingénieux pour faire les chandelles par compression ; mais cette méthode est aussi abandonnée, quoique M. Boltz ait affirmé que les chandelles obtenues par compression duraient davantage, donnaient une plus belle lumière, et ne coulaient pas. Voyez pour plus de détails les Annales des Arts et Manufactures, tome IV, page 297.

146. Il y a quelques années que l'on a fabriqué à Munich des chandelles avec des mèches de bois résineux, environné d'une couche très-mince de coton cardé. Il est difficile de concevoir l'avantage qui peut résulter de cette substitution; car la complication des opérations doit l'emporter de beaucoup sur l'économie du coton.

BOUGIES DE STÉARINE.

147. Les suifs sont principalement formés de deux substances grasses, qu'on a désignées sous les noms d'élaïne et de stéarine. La première est liquide comme les huiles; la seconde est solide, sèche, fragile et cassante, comme le blanc de baleine : elle est par conséquent très-propre à la fabrication des bougies.

148. En 1821, le docteur Manjot présenta à la société d'encouragement des bougies qu'il désignait sous le nom de bougies scléraphthites. La commission char-

gée de les examiner fit un rapport favorable, et reconnut que ces bougies étaient supérieures aux chandelles par leur sécheresse, et l'absence de gras et d'odeur de suif; il paraît que le docteur Manjot était parvenu à séparer la stéarine du suif, et que ces bougies étaient principalement formées de cet élément du suif.

149. M. Hébert, à qui le docteur Manjot a cédé sa fabrique de Monceau, a présenté, en 1826, à la société d'encouragement de nouvelles bougies à mèche creuse. Cette disposition avait pour objet, non pas d'établir un courant intérieur pour activer la combustion, mais seulement de diminuer la masse de la mèche. Elles furent reconnues supérieures aux premières, et pour l'intensité de la lumière et pour la durée. Le procédé que le docteur Manjot et M. Hébert emploient pour extraire la stéarine n'est pas connu.

150. On trouve dans le 10e volume des brevets d'invention la description d'un procédé imaginé par MM. Braconnot et Simonin pour l'extraction de la stéarine des suifs. Ce procédé consiste à verser dans le suif fondu une certaine quantité d'essence de térébenthine, et à presser fortement le mélange solidifié, à travers un feutre maintenu par un filet de corde; l'essence ainsi que la partie fluide du suif s'échappe, et il reste une matière sèche presque uniquement formée de stéarine. Mais comme elle contient encore un peu d'essence et qu'elle en conserve l'odeur, on la fait bouillir dans de l'eau; l'essence se dégage par l'ébullition, et l'on obtient une matière inodore, sèche et friable, qui produit une bonne combustion et peut

avantageusement remplacer la cire. Mais comme elle est trop fragile, il faut nécessairement, pour la rendre propre à la fabrication de la bougie, l'allier avec une certaine quantité de cire pour lui donner du liant.

Quant à la partie fluide que la pression a fait sortir du mélange de suif et d'essence, elle est formée d'essence, de la graisse liquide du suif, et d'une certaine quantité de stéarine. On peut facilement séparer l'essence par la distillation, et la graisse qui forme le résidu peut être employée à la fabrication des savons de basse qualité.

BOUGIES DE CIRE.

151. La cire est une substance qu'on rencontre dans un grand nombre de végétaux ; elle fait partie de la fécule verte de plusieurs plantes, et particulièrement du choux ; elle entre dans la composition du pollen de toutes les fleurs ; elle recouvre l'enveloppe d'un grand nombre de fruits ; le vernis qui se trouve à la surface supérieure des feuilles de plusieurs espèces d'arbres, paraît être une espèce particulière de cire ; les baies du *nigra cerifera*, qui croît dans l'Amérique septentrionale, renferment 0,25 de cire ; la cire se trouve dans l'arbre de la vache, etc. ; enfin il existe deux espèces de cire fournies par un insecte, la cire d'abeille et le *pela* des Chinois. La cire étant si répandue dans les végétaux, il paraissait probable que les insectes ne la formaient pas. Mais il résulte des observations de Hunter, et de celles de Huber, que la cire déposée par l'abeille est une sécrétion produite par un organe particulier.

152. Nous n'examinerons point les différentes espèces de cire dont nous venons de faire l'énumération, nous ne nous occuperons que de celle de l'abeille.

133. La cire d'abeille, telle qu'on la livre au commerce, est une matière solide, jaune, d'une odeur aromatique, fusible à la température de 68°. Très-souvent elle est mêlée avec de la résine ou du suif; mais il est assez facile de reconnaître cette fraude; la cassure est moins grenue, la température de la fusion est moins élevée: mâchée elle adhère aux dents; brûlée elle répand plus de fumée et son odeur se distingue facilement de celle de la cire pure. Souvent la cire renferme une certaine quantité de fécule de pomme de terre. Dans ce cas, aucun des caractères précédens ne peuvent servir pour faire reconnaître la présence de cette substance étrangère; mais il y a un moyen très-simple de constater la présence de la fécule; il faut faire chauffer une petite quantité de la cire que l'on veut examiner, dans de l'essence de térébenthine; la cire pure est dissoute, ainsi que les autres matières grasses, et la fécule reste intacte au fond du vase. C'est M. Delpech qui à découvert ce dernier mode de falsification de la cire, et qui à indiqué le moyen de la reconnaître.

154. Pour certains usages on peut employer la cire telle que les agriculteurs la livrent au commerce; mais d'autres exigent qu'elle ait été préalablement blanchie.

155. Toutes les cires ne se blanchissent pas également bien. Les cires de France qui sont les plus faciles à blanchir sont celles des anciennes provinces de Saintonge, d'Angoumois, de Bretagne, du Gatinois et de

la Beauce. Celles du Dauphiné, de la Bourgogne, du département de la Gironde, au contraire, présentent beaucoup de difficultés dans le blanchîment, et même ne peuvent pas atteindre le degré de blancheur des autres.

156. Parmi les cires étrangères, celles de Russie et de Barbarie se blanchissent très-facilement; cependant les premières conservent toujours une petite nuance verte.

157. Le blanchîment de la cire s'exécute ainsi qu'il suit. On fait fondre la cire dans une chaudière de cuivre, où l'on a mis une petite quantité d'eau, afin que la température de la cire n'excède pas 100°; on agite pendant la fusion, et quand la liquéfaction est complète, on verse dans la chaudière de la crême de tartre pulvérisée, environ 4 onces par quintal; on agite et on fait écouler la cire dans un tonneau en bois épais, défoncé et de bout, ordinairement placé au-dessous de la chaudière, et dans lequel la cire arrive par un robinet placé près du fond de la chaudière. La cire étant écoulée, on ferme le tonneau avec son couvercle, et on l'environne avec des couvertures ou des emballages de coton, pour qu'il conserve sa chaleur le plus long-temps possible; la cire, maintenue en fusion et en repos, laisse déposer les matières étrangères qu'elle renfermait. Après un repos suffisant, la cire est soutirée au moyen d'un robinet placé à une distance du fond du tonneau plus grande que l'épaisseur du dépôt; elle tombe dans un vase de cuivre ayant la forme d'un demi-cylindre très-allongé, dont l'axe est horizontal, et

qui est percé dans sa partie la plus basse d'une rangée de trous capillaires; la cire s'en échappe en filets déliés, et tombe sur un cylindre de bois allongé, dont l'axe est horizontal, et que l'on fait tourner rapidement dans une auge pleine d'eau dont le niveau s'élève à la hauteur de l'axe du cylindre; la cire, en tombant sur ce cylindre humide, s'aplatit et forme un ruban très-mince qui s'en détache par le mouvement. Sous cette forme, la cire présente une très-grande surface, une très-petite épaisseur, et se trouve dans un état favorable au blanchiment. Les rubans sont alors étalés sur de grandes tables bien aérées et exposées au soleil. Chaque soir la cire est remuée afin de renouveller les surfaces. Lorsque l'on s'aperçoit que le blanchiment ne fait plus de progrès, on refond la cire pour la mettre de nouveau en rubans, et l'on répète cette opération jusqu'à ce quelle ait acquis le degré de blancheur suffisant; après quoi on refond de nouveau la cire, et on la coule dans des cavités cylindriques peu profondes pratiquées dans des planches de chêne, pourl a mouler en tablettes. Dans le nord, les tables sont de grands châssis en bois fixés sur des pieux, entre lesquels on tend une toile grossière; pour préserver la cire de l'action du vent, on recouvre souvent les tables d'un filet très-léger. Dans le midi, où les vents sont souvent d'une violence extrême, ces tables légères ne pourraient point résister; on les construit en maçonnerie, et on les recouvre de briques vernissées; la cire n'est point mise en ruban, mais en grains: pour cela on laisse tomber les filets de cire dans l'auge dont l'eau

est constamment agitée : ces grains ont la forme d'une petite calotte sphérique creuse.

158. Les résidus sont fondus et pressés ; on en extrait de la cire de seconde qualité, qui ne peut jamais prendre un beau blanc : et les crasses sont employées dans les ports pour former avec le goudron une matière plus liante, qui sert avantageusement pour enduire les cordages.

159. La cire s'emploie à l'éclairage sous la forme de bougie et de cierge. Nous commencerons par décrire la fabrication des cierges.

160. Les cierges sont uniquement employés dans les cérémonies religieuses. En Espagne, tous sont fabriqués avec de la cire jaune ; en France, il le sont avec de la cire blanche ; quelquefois, mais rarement, avec de la cire jaune ou verte.

161. On prépare les mèches comme pour les chandelles ; après quoi on les accroche à la circonférence d'un plateau de bois suspendu au plancher dans une position horizontale, et qui peut facilement tourner sur lui-même : cet appareil porte le nom de tour. Au-dessous se trouve une bassine large et peu profonde dans laquelle on maintient la cire en fusion, à l'aide d'un brasier plein de charbons ardens ; l'ouvrier placé à côté de la bassine, sur un escabot qu'il peut monter ou descendre à volonté, prend dans la bassine de la cire fondue avec une cuillère dont le manche est placé perpendiculairement à sa direction, et il la verse sur la mèche dont il tient le collet entre deux doigts, et qu'il fait tourner, afin que la mèche soit baignée de cire

sur toute sa surface; il exécute cette opération sur la suivante, et lorsqu'il est revenu à la première sur laquelle il a opéré, la cire est suffisamment durcie, et le cierge peut recevoir un second jet. Cette opération se continue jusqu'à ce que le cierge ait acquis la grosseur suffisante. Les premiers jets se font ordinairement avec des cires de qualités inférieures, telles que celles qui proviennent de la fusion des bouts de cierges, et des cires qui ne peuvent pas se blanchir complètement; on y ajoute même quelquefois un peu de suif de bouc; ces cires impures portent le nom de commençailles; les derniers jets se font avec de la cire blanche.

162. Les cierges jetés sont ensuite mis entre deux lits de plume pendant plusieurs heures, afin que la température devienne uniforme dans toute leur masse. Après quoi on les roule sur une table unie et mouillée, à l'aide d'un plateau de bois épais, sur lequel on appuie fortement. On les coupe par le cul avec un couteau de buis; on les perce inférieurement avec une cheville; et quand ils doivent être cannelés, on promène dans leur longeur un petit instrument de buis qu'on désigne sous le nom de gravoir. Quelquefois on forme à leurs surfaces des dessins à l'aide de pinces cannelées, également en buis. Dans quelques provinces de France, on les rougit par le bas en les plongeant dans de la cire rouge en fusion, formée d'un mélange de cire blanche et de vermillon.

163. Les bougies sont de deux espèces: les bougies filées et les bougies de table.

164. La bougie filée, est toujours d'un très-petit diamètre ; elle se fait avec de la cire jaune ou de la cire blanche. Le procédé qu'on emploie pour la fabriquer est extrêmement simple. On commence par préparer une mèche de la longueur de la pièce de bougie ; on la forme en réunissant le nombre de fils convenables, d'une grosseur parfaitement uniforme. L'appareil employé par le cirier consiste en deux tambours placés parallèlement, et qui peuvent tourner sur leur axe horizontal, qui est garni d'une manivelle. Au milieu de l'espace qui les sépare se trouve une bassine qu'on désigne sous le nom de *pereau*, longue, étroite et peu profonde, qui contient la cire en fusion, et que l'on maintient à la température convenable, à l'aide d'un réchaud placé au-dessous. A une des extrémités de la bassine, se trouve fixée une filière en cuivre, et à l'autre une tige de bois verticale, dont la partie inférieure est garnie d'un crochet que l'on peut à volonté enfoncer dans la cire en fusion. L'ouvrier commence par enrouler la mèche sur un tambour, puis, prenant son extrémité il la passe sous le crochet qui plonge dans la cire, l'introduit dans le plus petit trou de la filière, et, collant son extrémité sur l'autre tambour, il dévide lentement la mèche, qui se trouve arrondie et couverte d'une légère couche de cire. Il répète cette opération en changeant de place le crochet et la filière, et en faisant passer le fil dans un trou de la filière, toujours d'un plus grand diamètre, et cela jusqu'à ce qu'il ait atteint la grosseur convenable. La cire doit être maintenue à une température très-voisine

de celle de la congélation, et le mouvement doit être assez lent pour que dans le trajet de la filière au tambour, la cire prenne de la consistance et que la bougie ne se déforme point en s'enroulant sur le tambour.

165. Les bougies de table se fabriquent au moule ou à la cuillère. Le premier mode de fabrication s'exécute comme pour les chandelles: les appareils sont les mêmes; seulement les mèches doivent être légèrement tordues et cirées avant d'être placées dans le moule; les moules sont en métal ou en verre.

166. Les bougies à la cuillère se fabriquent exactement comme les cierges, mais on les jette par les deux bouts afin qu'elles soient cylindriques. Mais comme le collet de la mèche doit rester à découvert, et ne doit point être empreint de cire, on le couvre d'un petit tuyau de ferblanc, et on adapte aux deux extrémités de la mèche de faux collets en fils retors. Lorsque la bougie sort du lit et quelle est roulée, on la coupe à la naissance du collet de la mèche pour la dégager; on façonne la tête, et on la rogne par l'autre extrémité, un peu au-dessous du point où est attaché le faux collet.

BOUGIES DE BLANC DE BALEINE.

167. Le blanc de baleine, qu'on désigne aussi sous les noms de *sperma-ceti*, *d'adipo-cire*, est une matière qui environne le cerveau du *physeter macrocephalus*, espèce de cachalot. Elle forme une matière huileuse que l'action de l'air solidifie en partie, et dont l'on sépare la matière fluide par la pression. Le blanc de baleine,

ainsi purifié, est solide, blanc, fragile ; il entre en fusion à 45°; par le refroidissement, il se prend en une masse cristalline, composée de feuillets ou de fibres nacrés, onctueux, et translucides lorsqu'ils sont très-minces.

168. Cette matière est employée pour faire de la bougie, mais on y ajoute ordinairement de la cire, afin de s'opposer à sa cristallisation, pour lui donner plus de liant et diminuer sa fragilité.

169. Les bougies diaphanes, qui sont maintenant fort en usage, sont formées d'un mélange de parties égales de cire blanche et de blanc de baleine. On fait d'abord fondre le blanc de baleine à un très-petit feu, dans une chaudière bien étamée ; on ajoute successivement la cire, et on coule le mélange dans des moules de verre.

170. Dans le Dictionnaire technologique, à l'article *cirier*, on trouve une recette pour introduire dans les bougies une certaine quantité de fécule de marrons d'Inde. L'auteur la rapporte sans rien affirmer sur le résultat. Comme nous pensons qu'il serait avantageux de faire des expériences à ce sujet, nous citerons le passage de l'article.

171. On prend deux parties de marrons d'Inde bien épluchés, une partie d'huile d'olive, trois parties de blanc de baleine, et six parties de cire bien blanche. On pile fortement les marrons, on y ajoute petit à petit le blanc de baleine, après avoir entouré le mortier de braise, pour entretenir une douce chaleur. Lorsque le tout est liquide, on y ajoute l'huile, et l'on

remue fortement jusqu'à ce que la totalité soit fluide; alors on la verse lentement dans la chaudière qui tient la cire en liquéfaction; on remue fortement pour bien mêler ces substances, et l'on coule dans des moules de verre. Pour extraire la bougie de dedans les moules, on les trempe pendant quelques instans dans un vase plein d'eau chaude : le moule se dilate et la chandelle sort avec facilité. Ces bougies sont belles, assez transparentes; on les dit d'un très-bon usage et économiques.

BOUGIES D'ACIDES MARGARIQUE ET STÉARIQUE.

172. M. Chevreul, dans ses travaux sur les corps gras, a découvert que ces matières se transformaient, par la saponification, en substances acides. Le suif et la graisse de porc saponifiés par la potasse, produisent les acides qui ont été désignés par les noms d'acides margarique, stéarique et oléique. Les deux premiers sont solides, blancs, aiguillés, et fusibles, le premier à 70°, et le second à 60°; le dernier est fluide. Tous trois dans le savon sont combinés avec la potasse.

173. Les deux premiers, étant séparés de la potasse et de l'acide oléique, sont très-propres à la fabrication des bougies. MM. Gay-Lussac et Chevreul ont pris pour cet objet un brevet d'invention.

174. Les bougies d'acides margarique et stéarique sont sèches; sans odeur désagréable, elles brûlent en consumant la mèche; leur flamme est un peu plus

volumineuse que celle des bougies de cire ordinaires; les mèches sont tressées.

175. Pour saponifier le suif, on le fait chauffer avec un quart de son poids de potasse rendue caustique par la chaux. On reconnaît que la saponification est complète lorsque la matière est homogène et entièrement soluble dans l'eau. Pour séparer les acides gras, on dissout le savon dans l'eau, et on sature la potasse par des acides sulfurique ou hydrochlorique : les acides gras viennent nager à la surface du liquide, on sépare ensuite l'acide oléique en soumettant le mélange à une forte pression.

Ces bougies se fabriquent par les mêmes procédés que les bougies de cire.

FLAMBEAUX.

176. Les flambeaux sont uniquement employés dans l'éclairage extérieur et ambulant; ils donnent peu de lumière et répandent beaucoup de fumée. On les fait avec des cordes d'étoupes que l'on réunit au nombre de quatre, et que l'on couvre d'une suite de jets, d'abord de suif et de résine, et ensuite de cire. Ils sont maintenant fort peu en usage.

CHAPITRE IV.

ÉCLAIRAGE PAR LES MATIÈRES LIQUIDES.

177. Pour suivre la même marche que dans l'éclairage au moyen des matières solides, nous commencerons par examiner les différentes espèces d'huiles, et les moyens de les purifier pour les rendre propres à la combustion.

178. On distingue trois espèces d'huiles, les huiles grasses, les huiles siccatives, et les huiles essentielles. Les premières sont caractérisées par la propriété de n'être point volatiles et de rester grasses par l'action de l'air, quelque prolongée qu'elle soit; les secondes se durcissent à l'air, et prennent la consistance d'une résine; les dernières se dissipent à toutes les températures.

179. De toutes ces différentes espèces d'huiles, les premières sont les plus propres à être employées dans l'éclairage; aussi elles le sont presque exclusivement. Les huiles siccatives peuvent fournir une assez belle lumière; mais leur épaississement dans les lampes, par l'action de l'air, présenterait de graves inconvéniens. Les huiles volatiles se dégagent des mèches en trop grande abondance, et produisent beaucoup de fumée: elles ont d'ailleurs, du moins celles qu'on pourrait employer dans l'éclairage, une odeur fort désagréable.

180. Les huiles communément employées dans l'éclairage sont celles d'olive, de colza, de navette et d'œillet. Ces huiles renferment ordinairement des matières étrangères, telles que du parenchime, du mucilage, etc., dont il est important de les débarrasser, car la combustion de ces matières n'étant pas complète, elles encrasseraient rapidement les mèches, les flammes deviendraient moins brillantes, et souvent laisseraient dégager de la fumée.

181. Le meilleur moyen connu pour purifier les huiles destinées à l'éclairage est le suivant. On verse dans l'huile 2 pour 100 d'acide sulfurique concentré, et on brasse fortement le mélange; ensuite on ajoute deux fois son volume d'eau, que l'on agite long-temps, et on laisse la matière en repos. L'huile gagne la partie supérieure, et l'eau entraîne les matières étrangères qui ont été altérées par l'acide; il ne reste plus qu'à filtrer l'huile pour l'avoir parfaitement limpide. Cette dernière opération doit être faite à une température de 30 à 50°, afin d'augmenter la fluidité de l'huile et d'accélérer la filtration; on se sert ordinairement d'un vase de bois ou de métal percé de trous, dans lesquels on passe des mèches de coton. Pour maintenir l'huile à une température élevée, la disposition la plus commode et la plus économique consiste à environner le vase d'un cylindre d'un plus grand diamètre, et à faire circuler de la vapeur d'eau entre ces deux enveloppes.

182. Tous les appareils d'éclairage à l'huile sont formés d'un réservoir dans lequel on met la matière grasse, et d'un appendice où se fait la combustion à

l'aide d'une mèche, ordinairement en coton. Les phénomènes qui se passent dans la décomposition de l'huile sont exactement les mêmes que ceux que nous avons décrits (10 et suivans). Il ne nous reste donc qu'à examiner les différentes dispositions des appareils de combustion et des réservoirs.

DES BECS OU DES APPAREILS DE COMBUSTION.

183. On a employé uniquement pendant long-temps, et on emploie encore souvent aujourd'hui, des mèches formées en faisceau de fils parallèles semblables à celles des chandelles, et plongées dans le réservoir d'huile lui-même (fig. 57 et 58). Ce mode de combustion présente un grand inconvénient, surtout lorsque les mèches sont volumineuses et que le réservoir d'huile a un grand diamètre; car la flamme laisse presque toujours dégager au centre un filet de fumée qui échappe à la combustion, et qui est d'autant plus considérable que la mèche et le réservoir ont un plus grand diamètre; d'ailleurs la flamme est peu brillante et toujours accompagnée d'une teinte rougeâtre.

184. La cause de ce phénomène est facile à expliquer. En effet nous avons vu (106) que la flamme est d'autant plus allongée que le cylindre de vapeurs combustibles qui se dégage de la mèche a un plus grand diamètre : or, on conçoit très-bien que quand la partie centrale de ce cylindre se trouvera, par suite de la combustion des couches de gaz environnantes, en contact avec l'air pur, elle peut être à une assez grande hauteur

pour que sa température ne soit plus suffisante à son ignition ; et, d'un autre côté, il est évident que les réservoirs étant placés immédiatement sous les flammes, ils doivent gêner le mouvement de l'air.

185. On avait un peu remédié à l'inconvénient de la fumée en employant des mèches plates placées dans des becs minces; ces lampes fumaient moins, mais elles fumaient encore, surtout par les courans d'air, et la teinte de la flamme était toujours la même.

186. En 1784, Ami Argand imagina une nouvelle forme de mèche, et une nouvelle disposition de l'appareil de combustion, qui fit une grande révolution dans le système de l'éclairage par les huiles. Le bec d'Argand n'a éprouvé depuis sa découverte que de légères modifications. Nous le décrirons d'abord tel qu'il fut présentée par son auteur; nous indiquerons les modifications et les perfectionnemens qui y ont été faits; après quoi il ne nous restera plus, pour terminer ce qui regarde les appareils de combustion, qu'à indiquer quelques autres dispositions qui sont quelquefois employées.

Bec d'Argand.

187. Le bec d'Argand tel qu'il fut découvert ou perfectionné par lui, est formé de deux tuyaux concentriques *a b c d* et *a'b'c'd'* (fig. 33 et 34). L'intervalle qui sépare les deux cylindres est fermé inférieurement, et communique par un tuyau *g h* avec le réservoir d'huile, dont le niveau doit être un peu au-dessous des bords supérieurs des cylindres. Dans

cet espace se place une mèche cylindrique formée d'un tissu lâche en coton; la circonférence inférieure est fixée dans un anneau de métal *i k*, attaché à une tige *i l m n*, qui s'élève à une hauteur plus grande que celle du bec, descend, et se termine par un crochet; cette tige est destinée à faire monter ou descendre la mèche; la partie *i l* se loge dans l'appendice *p q* du cylindre extérieur. Un cylindre de verre *x y* (fig. 35.) dont le diamètre est plus grand que celui de l'enveloppe extérieure de la mèche, est soutenu par le cylindre *z t* fixé au bec. Le tube de verre et son support doivent être disposés verticalement et de manière à ce que leurs axes soient le même que celui du cylindre *a b c d*. Dans la figure, l'appendice *p q* et la tige qui sert à faire mouvoir la mèche sont supposés derrière, et par conséquent ne sont point visibles. La figure 36 représente la coupe du même bec.

188. Examinons l'effet de cette disposition. D'après la forme et la position de la mèche, la flamme est terminée par deux surfaces coniques, ayant leur axe commun. Dans tous les points de la circonférence, la flamme n'a qu'une très-petite épaisseur. Les deux surfaces, intérieure et extérieure, de la flamme reçoivent chacune un courant d'air. Les différentes parties de la flamme, en rayonnant mutuellement les unes sur les autres, s'échauffent plus que dans toute autre disposition. Enfin, la cheminée de verre étant prolongée au-delà de la flamme, augmente la rapidité des deux courans d'air. Toutes ces circonstances sont, comme nous l'avons déjà vu, très-favorables à la combustion,

et à un grand développement de lumière. Aussi on obtient, au moyen de ces becs, beaucoup plus de lumière et une lumière beaucoup plus blanche que par tous les appareils précédemment employés.

La cheminée employée d'abord par Argand était en tôle, sa partie inférieure était placée au-dessus de la flamme, elle était maintenue par un collier fixé à une tige.

189. Peu de temps après la découverte d'Argand, Lange fit aux cheminées un perfectionnement important; il les retrécit un peu au-dessus de la mèche (fig. 37). Par cette disposition l'air est rejeté sur la flamme, la combustion est plus parfaite et donne plus de lumière; le coude de la cheminée agit probablement encore en réfléchissant de la chaleur sur la mèche.

190. *Mécanisme pour faire mouvoir la mèche.* Tous les autres perfectionnemens qui ont été faits aux becs depuis cette époque consistent dans le mécanisme employé pour faire mouvoir la mèche. Le premier qui avait été imaginé par Argand était peu commode; ceux qu'on lui a substitués sont beaucoup plus avantageux. Nous les décrirons successivement.

191. La première disposition est représentée fig. 38. La tige recourbée qui sert à monter ou à descendre la mèche est garnie d'une crémaillère qui engrène dans un pignon; en faisant tourner le bouton qui le termine, on fait monter ou descendre la mèche par un mouvement doux et continu. Cette disposition, qui est beaucoup plus avantageuse que celle d'Argand, avait cependant encore un inconvénient très-grave. A mesure que la mèche s'élevait, une partie de la tige

la dépassait ; et, pour éviter qu'elle ne fasse fumer, il fallait l'éloigner de la flamme en donnant une grande dimension au tube qui devait contenir cette tige ; mais elle produisait toujours un ombre désagréable. Pour éviter cet inconvénient on a percé la partie inférieure du tube (fig. 39) ; on y a placé une petite douille de cuivre renfermant un cuir à travers lequel passe la tige qui est attachée au porte-mèche ; par ce moyen la tige ne s'élève jamais au-dessus du bec. A la vérité, il peut s'écouler un peu d'huile par le trou d'introduction de la tige ; mais cette quantité est toujours très-petite, d'ailleurs comme il s'en écoule beaucoup plus par les bords des becs, il y a toujours au-dessous de la lampe un petit réservoir pour contenir l'huile qui s'échappe ; ce réservoir est dans le pied de la lampe lorsqu'elle en a un, ou bien il est formé d'un petit godet en verre ou en cuivre lorsque la lampe doit être suspendue (fig. 37 et 44).

192. Le porte-mèche est, comme nous l'avons déjà dit, formé de deux anneaux qui s'emboîtent, et peuvent serrer la mèche que l'on place entre eux. La tige qui doit le faire mouvoir est fixée à l'anneau extérieur ou intérieur, suivant que le tuyau de la tige est en dehors ou en dedans du bec. Quand la tige entre par la partie supérieure du bec (fig. 38), le porte-mèche peut être fixé d'abord à cette tige, et on la met en place après ; mais quand elle entre par la partie inférieure, il ne peut être fixé que quand la tige est en place. Pour cela, l'anneau qui doit recevoir la tige a une queue percée d'un trou circulaire, dans laquelle la tête de la

tige pénètre, et qu'elle dépasse de quelques millimètres, jusqu'à un arrêt qui l'empêche d'aller plus loin ; l'extrémité de la tige est à vis, et reçoit un écrou qui fixe la queue de l'anneau.

193. On remplace souvent maintenant la crémaillère par une tige à vis (fig. 40). La vis est maintenue dans sa position par deux petites arêtes *a* et *b*, qui sont appliquées contre les surfaces supérieure et inférieure d'une petite traverse fixe placée au-desous du bec. La queue de l'anneau du porte-mèche *c d* est taraudée, et entre dans la vis. La partie inférieure de la tige porte un bouton moletté *m n*, au moyen duquel on fait facilement tourner la vis. Il est évident que la rotation de la vis fait mouvoir le porte-mèche de haut en bas ou de bas en haut, suivant le sens du mouvement.

194. Les différens appareils que nous venons d'indiquer pour porter et faire mouvoir la mèche, exigent tous un petit tube latéral pour placer la queue du porte-mèche et la tige qui y est attachée. Ce petit cylindre a de grands inconvéniens : 1° il obstrue en cet endroit le passage de l'air ; 2° l'huile qui y est renfermée s'échauffe, entre en ébullition, et laisse souvent dégager des vapeurs qui échappent à la combustion. Il était donc important de le supprimer. On y est parvenu d'une manière très-simple. Le porte-mèche (fig. 41) consiste en un petit cylindre de fer-blanc *abcd*, sur la circonférence duquel sortent plusieurs petites lames de cuivre terminées par deux portions de cercles. Ces petites lames sont naturellement écartées du cylindre ; on place la mèche en dehors du cylindre, et elle se trouve

fortement pressée lorsque le porte-mèche est enfoncé dans le bec. La tige qui doit faire mouvoir le porte-mèche est soudée à l'extrémité du cylindre *a b c d* sur son épaisseur et parallèlement à son axe ; elle se trouve alors logée dans la capacité du bec, d'où elle sort à travers une boîte à cuir. Son extrémité est fixée à une crémaillère comme dans l'ancienne disposition.

195. Les becs que nous venons de décrire étaient tous originairement en fer-blanc ; mais, comme les bordsdes becs se détruisaient promptement, on fit le tube intérieur en cuivre, et on surmonta le tube extérieur d'un anneau de même métal.

196. La plupart des becs que l'on construit maintenant sont entièrement en cuivre, et renferment, pour faire mouvoir la mèche, un mécanisme très-ingénieux, entièrement différent de ceux que nous avons décrits. Il avait d'abord été employé dans des lampes, désignées sous le nom de sinombres, dont nous parlerons bientôt, et les becs garnis de ces appareils ont conservé le même nom. Un bec renfermant le même système pour faire monter la mèche se trouve décrit dans le brevet d'invention que M. Verzy prit pour ses lampes hydrostatiques. Voyez le 8e volume des brevets d'invention.

197. L'appareil dont il est question est représenté fig. 42, 42 bis, 43, et 43 bis. La première figure est la coupe du bec ; le cylindre intérieur porte une rainure en spirale *a a a a*. Le porte-mèche a la forme indiquée par la figure 42 bis ; il est garni extérieurement d'un petit appendice *b*, et intérieurement d'un autre *c* ; ce dernier est destiné à s'engager dans la rainure *a a a* lors-

que le porte-mèche est placé ; il est évident que, pour le faire monter ou descendre, il suffit de le faire tourner; c'est à quoi on parvient au moyen du cylindre *dddd* (fig. 43), qui entre dans le bec et qui est percé longitudinalement de rainures *ee*, destinées à recevoir le petit appendice extérieur *b* du porte-mèche. Ce cylindre, qui porte le nom de *grille*, est garni à sa partie supérieure d'un petit appendice *m*, qui est reçu dans une ouverture *n* de l'anneau MN (fig. 43 bis,) qui se pose sur le bec. Cet anneau est soutenu par quatre tiges *gggg*, qui se recourbent, descendent en dehors du bec, et sont fixées par leur extrémité sur la circonférence d'un anneau moletté *ii*, qui environne le bec. Il est évident qu'en tournant ce dernier anneau, il entraînera dans son mouvement la grille, et cette dernière le porte-mèche; et comme l'appendice intérieur de ce dernier est engagé dans la rainure spirale *a a* du bec, et que l'appendice extérieur est engagé dans la rainure *ee* de la grille, le porte-mèche montera dans le bec. Le cercle mobile extérieur porte une galerie *xxxx* à jour et flexible, qui reçoit la cheminée. Les figures 44 et 45 représentent ce bec monté. Le courant d'air extérieur s'établit par des ouvertures pratiquées dans l'anneau qui porte la galerie, et le courant d'air intérieur pénètre par des ouvertures *yyyy*, placées à la partie inférieur du bec, à l'endroit cù le cylindre extérieure du bec. qu'on désigne aussi sous le nom de *bougie*, communique avec le vase M, qui est destiné à recevoir l'huile extravasée.

198. On fait maintenant à Paris une quantité très-

considérable de ces becs en cuivre, destinés pour les lampes à couronnes, pour les lustres et les lampes à réservoir latéral. Il y a dans cette ville plusieurs fabriques importantes, où toutes les parties du bec sont exécutées par des machines très-ingénieuses. Une des plus remarquables est celles de MM. Levasseur, rue Montorgueil, n° 52. Ces habiles artistes, continuellement occupés de perfectionner l'objet de leur industrie, viennent de construire des becs d'un calibre beaucoup plus petit que ceux qu'on avait employés jusqu'ici, et qui ont donné des résultats très-avantageux; nous y reviendrons plus tard.

199. Dans les nouvelles lampes hydrostatiques de M. Thilorier, qui seront décrites dans le chapitre suivant, il a employé un nouveau bec, de la forme des becs sinombres, auxquels il a fait différentes modifications qui me paraissent très-avantageuses; ce bec est représenté dans la fig. 45 bis. La capacité intérieure du bec, est beaucoup plus grande que dans les becs ordinaires, mais la surface extérieure s'arrondit vers son sommet, et se rapproche du cylindre intérieur, de manière à donner au sommet du bec l'ouverture convenable; l'anneau *ii*, qui porte la galerie, est posé sur une gorge MM percée inférieurement de plusieurs ouvertures *yyy*, qui alimentent à la fois le courant d'air extérieur et le courant d'air intérieur. Nous verrons plus tard en quoi consiste l'influence de cette disposition.

Il nous reste maintenant à parler de quelques formes particulières de becs.

Becs à mèches plates.

200. Les becs plats, nus et montés sur des réservoirs à pompe, ou appliqués à des réservoirs à niveau variables ou constans sont très-mauvais; ils brûlent l'huile d'une manière peu productive. On les dispose maintenant comme les becs d'Argand ; ils ont, comme eux, une cheminée en verre garnie d'un coude, et une crémaillère pour monter la mèche (fig. 49). Cette disposition est bien préférable aux précédentes ; cependant, comme nous le verrons plus tard, ces becs sont bien inférieurs aux becs à double courant d'air; ils sont cependant souvent employés lorsqu'on ne veut avoir qu'une petite quantité de lumière.

201. J'ai fait un assez grand nombre d'essais pour déterminer la différence de lumière donnée par ce bec nu, et recouvert de sa cheminée; la différence est si petite, qu'il m'a été impossible de la mesurer. Mais, pour faire cet essai, j'ai été obligé de donner à la flamme une très-petite hauteur, afin qu'elle ne fume pas lorsqu'elle n'est point garantie par le verre; et c'est évidemment le cas le plus défavorable pour la cheminée. Lorsque l'on élève la mèche davantage et qu'elle fume sans cheminée, on trouve une différence de lumière très-sensible. Or, comme le plus petit courant d'air fait fumer et diminue la lumière du bec nu, la cheminée, quelle que soit la hauteur de la mèche, a toujours une influence favorable, puisqu'elle soustrait la flamme aux courans d'air qui la

font fumer et qui en diminuent la lumière. J'ai aussi mesuré exactement la quantité d'huile consommée dans les deux cas, et je l'ai trouvée, à très peu près, la même sur une durée de sept heures.

202. Les becs à mèches plates sans cheminées sont souvent employés dans l'éclairage des rues, des corridors; ils ont l'inconvénient de dépenser beaucoup d'huile et de donner peu de lumière, d'autant plus qu'ils sont ordinairement disposés de la manière la plus défavorable; car ces becs, toujours placés au-dessous des réservoirs, sont courbés en avant (fig. 50) et dans la plus grande largeur du bec; il en résulte que le bec intercepte lui-même la plus grande partie du courant d'air qui vient frapper la partie postérieure de la mèche. Lord Cochrane a eu le premier l'idée heureuse de courber le bec en sens contraire (fig. 51): alors le bec n'arrête point les courans qui viennent frapper l'une des deux grandes faces de la flamme. Dans l'application de ces becs aux réverbères, lord Cochrane a encore introduit une amélioration importante; il environne le bec d'une surface de même forme, qui se termine à une petite distance de la mèche, et de l'autre côté hors du réverbère; le courant d'air que détermine la combustion s'introduit par l'espace qui sépare le bec de son enveloppe, se dégage près de la mèche, et active tellement la combustion, que l'on peut brûler dans ces lampes les huiles essentielles qui proviennent de la distillation du goudron et de la houille, sans qu'il se dégage une quantité sensible de fumée.

Becs à mèches multiples.

203. Ces becs, que MM. Fresnel et Arrago ont fait exécuter en 1822 pour être appliqués à l'éclairage des phares, ont pour objet de produire une grande quantité de lumière dans un très-petit espace : ils sont formés de plusieurs becs d'Argand concentriques.

204. Ces becs multiples avaient été annoncés depuis long-temps par M. de Rumford ; mais l'exécution présentait plusieurs difficultés que MM. Fresnel et Arrago sont parvenus à vaincre par les moyens que nous allons indiquer.

205. Il fallait d'abord modérer la flamme : cet objet a été parfaitement rempli en appliquant à ces becs l'idée heureuse de Carcel, qui consiste à verser continuellement sur la mèche une quantité d'huile plus grande que celle qu'elle peut consommer ; alors l'huile, sans cesse renouvelée, ne peut plus entrer en ébullition dans le bec, et la flamme s'éloigne de ses bords continuellement recouverts et rafraîchis par l'huile surabondante qui s'écoule. Dans les lampes de Carcel, comme nous le verrons bientôt, c'est un mouvement d'horlogerie qui monte l'huile ; dans l'appareil de MM. Fresnel et Arrago, c'est un réservoir supérieur qui reçoit l'air par un tuyau glissant dans une boîte à cuir qu'on peut hausser ou baissser à volonté, et qui sert à régler le niveau d'écoulement ; l'huile surabondante tombe dans un récipient placé sous le bec, puis est remise dans le réservoir supérieur lorsqu'on éteint

la lampe : la quantité d'huile qui s'écoule est à peu près le double de celle qui est brûlée.

206. La cheminée est pourvue d'une rallonge en tôle, qui se meut à l'aide d'une crémaillère pour régler le tirage d'air (fig. 46). La robe du bec qui reçoit la cheminée peut aussi s'élever ou s'abaisser, pour qu'on puisse placer le coude à la hauteur convenable.

207. Chacune des mèches concentriques s'élève ou s'abaisse séparément à l'aide d'une crémaillère. La tige du porte-mèche est placée dans le bec lui-même; par ce moyen on a supprimé les petits tuyaux qu'on adapte ordinairement aux becs pour contenir la tige du porte-mèche. Cette suppression était importante, parce que dans les becs à mèches concentriques la température étant toujours très-élevée, l'huile renfermée dans ces petits tuyaux se réduisait en vapeur qui échappait en grande partie à la combustion, et parce qu'ils obstruaient le passage de l'air: ces deux causes réunies produisaient dans la direction des tuyaux un jet de flamme plus élevé que celle qui correspondait aux autres parties du bec.

208. Enfin il fallait déterminer par l'expérience la distance des mèches concentriques, de manière à produire le maximum d'effet; car si elles sont trop éloignées les unes des autres, les flammes ne s'échauffent pas assez mutuellement, et sont rouges; et si, au contraire, elles sont trop rapprochées, le passage de l'air devenant très-étroit, il n'arrive plus en quantité suffisante pour la combustion, les flammes s'allongent, rougissent à la partie supérieure, et laissent dégager

de la fumée. On pourrait, à la vérité, obvier à cet inconvénient en exhaussant la cheminée pour augmenter la vitesse du courant d'air; mais il entraînerait une quantité considérable de vapeur d'huile qui échapperait à la combustion.

209. MM. Fresnel et Arrago ont été assez heureux dès leurs premiers essais pour rencontrer l'espacement convenable des mèches : les figures 52, 53, 54 et 55 représentent les plans de quatre becs à 2, 3 et 4 mèches; elles sont tracées sur une échelle de moitié. La figure 56 représente l'élévation d'un bec à 4 mèches sur une échelle beaucoup plus petite.

210. Un bec à 2 mèches concentriques produit l'effet de 5 lampes de Carcel, et ne fait guère que la dépense de 4 et demie. Les becs à 3 et 4 mèches qui donnent autant de lumière que 10 et 20 lampes de Carcel, n'ont pas présenté la même économie dans le combustible. En prenant la moyenne d'un grand nombre d'expériences, on a trouvé que la quantité d'huile consommée était à peu près proportionnelle à la quantité de lumière produite.

211. Ces becs multiples sont, comme nous l'avons déjà dit, très-avantageux quand on veut accumuler beaucoup de lumière dans un très-petit espace. M. Arago a essayé d'appliquer 2 mèches concentriques à l'éclairage des phares, où l'on emploie de grands réflecteurs paraboliques, afin d'en augmenter l'effet. L'expérience a été faite sur un miroir parabolique de Lenoir, de 31 pouces de diamètre; la masse des rayons réfléchis parallèlement à l'axe, comparée à celle qui

provenait d'une lampe à un seul bec, était dans le rapport de 1,7 à 1 : la proportion est par conséquent plus petite que celle des lumières émises par ces deux systèmes de becs. Cette différence provient de ce que, dans les miroirs paraboliques, le foyer n'a qu'une très-petite étendue, et que tous les rayons qui partent des points voisins ne sont pas rendus parallèles par la réflexion. Cependant l'avantage de tripler la lumière émise parallèlement à l'axe peut, dans certaines circonstances, compenser la plus grande consommation de combustible. L'expérience n'a point été faite avec des becs à un plus grand nombre de mèches; mais il est probable que l'accroissement de lumière parallèlement à l'axe serait encore plus petit, relativement à la quantité absolue de lumière, que pour les becs à 2 mèches.

212. L'éclairage par les becs à plusieurs mèches concentriques serait très-avantageux pour l'éclairage des salles de spectacle; ils remplaceraient avantageusement les lustres qui masquent le théâtre pour les spectateurs placés dans les loges élevées; en plaçant au-dessus de ces becs des miroirs convenablement inclinés on distribuerait une grande lumière dans toutes les parties de la salle. Cet essai a été fait en 1825 par Locatelli, au théâtre Fenice de Venise : l'appareil était composé de plusieurs becs placés au-dessus du plafond de la salle, et qui, à l'aide de miroirs paraboliques, rayonnaient sur une ouverture circulaire pratiquée au plafond, qui était occupée par un appareil lenticulaire divergent, qui dispersait la lumière dans tous

les points de la salle. Cette disposition a produit un très-bel effet.

213. Mais l'emploi le plus utile de ces becs multiples est celui qui en a été fait par M. Fresnel dans ses nouveaux phares dioptriques, que nous décrirons plus tard.

DES RÉSERVOIRS.

214. Les réservoirs sont destinés à verser continuellement sur la mèche la quantité d'huile nécessaire à la combustion. Nous les diviserons en trois classes : ceux qui sont au niveau, au-dessus et au-dessous du bec.

Réservoirs placés à la hauteur du bec.

215. Ces réservoirs doivent évidemment avoir leur niveau au-dessous de l'extrémité du bec; et la mèche, par sa capillarité, doit y puiser la quantité d'huile nécessaire à la combustion : mais à quelle distance de la partie de la mèche incandescente doit être placé le niveau du réservoir? C'est ce que nous allons examiner.

216. Si l'on plonge dans de l'huile limpide une mèche préalablement mouillée d'huile, mais qu'on aura bien essuyée, on verra que l'huile monte à une hauteur considérable. D'après une expérience que j'ai faite avec soin, j'ai trouvé que l'huile s'élevait, dans l'intervalle de quelques heures, à une hauteur de 8 centimètres dans une mèche sèche, et de 12 centimètres dans une mèche qui avait été mouillée avec de l'huile, et qui avait été ensuite pressée et essuyée. Mais la

quantité d'huile élevée diminue à mesure que la hauteur augmente ; la raison en est très-simple. Dans la mèche, les espaces capillaires ont des dimensions très-variées, et comme l'huile est élevée par chacun d'eux à des hauteurs qui sont en raison inverse de leurs diamètres, à une petite distance du niveau tous élèvent le liquide combustible ; mais leur influence disparaissant graduellement à partir des plus grands, à mesure qu'on s'éloigne davantage de la surface du liquide, l'ascension de l'huile à des hauteurs croissantes n'a lieu que par les tuyaux qui sont de plus en plus capillaires. On conçoit facilement d'après cela que la quantité d'huile qui s'élève dans un temps donné à l'extrémité de la mèche, diminue à mesure que le sommet de la mèche est à une plus grande distance de l'huile.

217. Mais la hauteur à laquelle l'huile peut arriver n'est point une mesure de la distance à laquelle l'huile peut être brûlée dans la mèche ; car il faut non-seulement que l'huile puisse arriver dans la mèche, mais qu'elle y arrive en quantité suffisante pour alimenter la combustion : or nous venons de voir que la quantité d'huile élevée diminue à mesure que la hauteur augmente ; de plus, les huiles se meuvent avec une extrême difficulté dans les espaces capillaires : par conséquent il est toujours avantageux de monter le niveau du réservoir aussi haut que possible, et même le cas le plus favorable serait celui où l'huile dégorgerait continuellement par le bec. C'est ce qui a lieu dans la lampe à mouvement d'horloger, et c'ést la seule cause de sa supériorité sur les autres ; mais

pour remplir cette condition dans les lampes ordinaires, il faudrait des réservoirs trop grands, et pour servir à l'alimentation, et pour recevoir l'huile extravasée.

Indépendamment des causes que je viens d'exposer et qui s'opposent à ce que sa combustion puisse être alimentée à une très grande hauteur au-dessus du niveau de l'huile, il en est une autre qui a une influence beaucoup plus grande encore, et qui n'était point connue. Voici les expériences qui m'ont conduit à en reconnaître l'existence.

J'avais voulu essayer d'employer pour mèche un tube de verre capillaire; pour cela, j'avais fait passer un tube de 2 centimètres de longueur à travers une lame de liége, et après l'avoir fait flotter à la surface d'un bain d'huile, j'essayais, avec une allumette, d'enflammer l'huile qui était arrivée au sommet du tube. Je ne pus jamais y parvenir; j'en cherchais la cause, lorsqu'en examinant attentivement le tube pendant que je chauffais son extrémité, je m'aperçus que le niveau de l'huile dans le tube s'abaissait continuellement, je répétai cette experience un grand nombre de fois, et j'observai toujours le même phénomène. Je reconnus qu'il avait également lieu lorsque l'huile s'élevait entre deux lames parallèles. Trois causes différentes me parurent concourir à la production de ce phénomène : 1° l'échauffement de l'huile, qui en diminue la capillarité; 2° la volatilisation de l'huile, qui, dans mon appareil, avait principalement lieu sur le liquide qui était en contact immédiat avec la paroi intérieure du tube,

et dont la suppression, diminuant la concavité de la surface du liquide, devait par conséquent diminuer l'action capillaire; 3° enfin l'élasticité de la vapeur d'huile, qui, à l'instant de sa formation, exerce une pression dans tous les sens, et doit produire un effet analogue au recul des armes à feu. Dans le phénomène que j'ai observé, la quantité d'huile volatilisée était extrêmement petite, par conséquent l'abaissement de niveau due à la consommation de l'huile pouvait être complètement négligée.

Mais quoi qu'il en soit de l'explication de ce fait, il est hors de doute que des phénomènes semblables doivent se manifester dans une mèche en combustion; comment se fait-il cependant que la combustion se maintienne, puisque l'huile est refoulée dans les tubes capillaires? C'est que le refoulement effectif dépend nécessairement de la pression exercée de bas en haut dans la colonne d'huile élevée, pression qui est proportionnelle à la différence entre la hauteur à laquelle l'huile s'éleverait dans le tube capillaire, et celle à laquelle elle est parvenue; et par conséquent, si le tube est très étroit et que le liquide y soit à une petite hauteur, ce refoulement, quelle qu'en soit la cause, se détruit contre la pression en sens contraire, due à la capillarité, et il n'y a point de refoulement effectif. Cette explication est d'accord avec quelques expériences que j'ai faites sur des tubes capillaires de différens diamètres, et dans lesquels l'abaissement du liquide m'a semblé décroître à mesure que le diamètre était plus petit : à la vérité, dans tous j'ai observé un abaissement réel;

mais comme les espaces capillaires d'une mèche sont incomparablement plus petits que ceux des tubes que j'ai observés, il est infiniment probable qu'il en est de même dans les mèches sur lesquelles le refoulement ne se manifeste pas.

Il résulte de tout cela qu'il est très important que la partie de la mèche dans laquelle se fait la combustion soit à une très petite distance du bain d'huile.

218. Ordinairement on met les niveaux des réservoirs de 2 à 3 lignes au-dessous du sommet du bec; la capillarité du bec est alors suffisante pour élever l'huile jusqu'à son sommet, mais il faut, autant que possible, que cette distance reste constamment la même. Cette condition est toujours satisfaite dans les petits appareils de combustion connus sous le nom de veilleuses. La mèche, d'une très-petite longueur, est placée sur un flotteur qui, restant toujours à la surface de l'huile, conserve toujours la même distance entre le sommet de la mèche et le réservoir.

219. Dans les lampes ordinaires, où le réservoir est toujours séparé du bec, et où ce dernier est fixe, cette disposition n'est point applicable. On a essayé différens moyens pour satisfaire à l'importante condition du niveau constant : nous allons les décrire successivement.

220. Les premières dispositions qui ont été employées consistaient à donner au réservoir une grande largeur, de manière que le niveau de l'huile ne baissant que d'une petite quantité, pendant plusieurs heures de combustion, l'intensité de la lumière n'éprouvait pas

de diminution très-sensible. Les figures 57, 58, 59, 60 et 61 représentent différentes formes de lampes dont les réservoirs sont construits d'après ce principe. La première a été employée dans les temps les plus reculés; la seconde, construite en verre, est très-répandue dans le midi de la France; la troisième est la lampe à mèche plate à réservoir latéral; la quatrième est désignée sous le nom de *lampe astrale*, et la dernière sous celui de lampe *sinombre*. Les deux premières n'ont pas besoin d'explication.

221. Les trois dernières formes de réservoirs sont fondées sur une propriété générale des liquides, qui consiste en ce qu'un liquide renfermé dans deux vases communiquans se tient toujours au même niveau dans chacun d'eux, quelles que soient d'ailleurs leur forme et leur capacité; à moins cependant qu'un des deux ne soit capillaire, car, dans ce cas, le liquide s'élèverait ou s'abaisserait dans le tube étroit, suivant que ses parois seraient ou ne seraient pas mouillées par lui, et cela d'autant plus que ce tube aurait un plus petit diamètre.

222. Pour que le niveau s'établisse, il est nécessaire que les deux vases soient ouverts, et que l'air atmosphérique y ait un libre accès. En effet, si le vase A (fig. 62) était exactement plein de liquide et fermé, la pression de l'air, qui s'exerce de haut en bas sur le liquide renfermé dans le vase B, se transmettrait de bas en haut sur le liquide renfermé dans A : alors, si on enlevait du liquide du vase B celui qui est renfermé dans le vase A ne descendrait pas pour le remplacer,

à moins cependant que le poids total du liquide renfermé dans A ne fût plus grand que le poids de l'atmosphère : si, par exemple, le liquide était de l'eau, il faudrait pour cela que le vase A eût plus de 32 pieds de hauteur; si le liquide était de l'huile, comme ce liquide est plus léger que l'eau, il faudrait encore une bien plus grande hauteur de ce fluide : au-dessous de cette limite, il ne tomberait pas une seule goutte de liquide de A; ce ne serait qu'autant que l'air pourrait s'introduire en dessous et gagner la surface supérieure du liquide, que celui-ci pourrait s'écouler.

223. Si le réservoir A renfermait originairement une certaine quantité d'air, à mesure que l'on enlèverait du liquide de B, une portion de celui de A descendrait pour le remplacer; mais le niveau ne se maintiendrait pas dans B, et son abaissement irait toujours en augmentant; parce que l'air situé au-dessus du liquide de A, en se dilatant, perdrait continuellement de sa force élastique, tandis que la pression de l'atmosphère, qui se manifeste tout entière sur la surface du liquide de B et qui se transmet sans altération sur le liquide de A, mais qui agit sur lui de bas en haut, acquerrait une prépondérance toujours croissante sur la pression de l'air renfermé dans A, qui pousse le liquide de haut en bas.

224. Tous les réservoirs dont nous venons de parler, et qu'on désigne sous le nom de réservoirs à niveau mort, sont garnis supérieurement de deux petites tubulures qui, dans les figures 59, 60 et 61, sont représentées par les lettres *a* et *b*. La première est destinée à l'introduction de l'huile; elle est fermée par un

bouchon métallique ; la seconde, qui est toujours très-étroite, est destinée à l'introduction de l'air ; elle reste constamment ouverte.

225. La lampe astrale a été imaginée par M. Bordier-Marcet ; la lampe sinombre, par M. Philips. Cette dernière a été ainsi désignée, parce qu'elle donne très-peu d'ombre dans la direction du réservoir, du moins quand le bec est recouvert de son globe, parce que la lumière diffuse, rayonnée par les parties du globe qui sont au-dessus et au-dessous du réservoir, se réunit à une petite distance des bords extérieurs du réservoir. C'est dans ces lampes qu'ont paru pour la première fois les becs en cuivre qu'on désigne encore sous le nom de sinombres, et que nous avons décrits. Comme, d'après la forme de ces réservoirs, l'huile baisse rapidement au commencement de la combustion, puisque la surface supérieure est conique, on tient les extrémités supérieures des becs à une ligne seulement au-dessus du bord du réservoir.

Les lampes astrales et les lampes sinombres diffèrent, 1° par la forme des réservoirs : dans toutes ils sont annulaires, mais dans les premières ils sont terminés par deux plans parallèles, et dans les dernières par deux surfaces coniques ; 2° par la forme des globes dépolis qui environnent les becs : ils sont hémisphériques dans les premières, et dans les dernières ils ont la forme vase. L'une et l'autre sont très-usitées en France ; elles sont souvent employées dans les lustres (fig. 62 *bis*), parce qu'elles donnent très-peu d'ombre.

226. On conçoit facilement que dans ces trois es-

pèces de lampes la lumière aura une intensité d'autant plus uniforme, que les réservoirs auront plus de largeur.

Réservoirs supérieurs aux becs.

227. Ces réservoirs, qui sont employés très-fréquemment, sont fondés sur un principe que nous allons faire connaître. Soit C et B (fig. 63) deux vases communiquant par un tuyau inférieur; supposons que nous renversions dans le dernier un autre vase A exactement plein de liquide, et qui ne s'ouvre que quand il est enfoncé; on parvient facilement à remplir cette condition en le fermant au moyen d'une soupape *a* armée d'une tige dont l'extrémité, venant à rencontrer le fond du vase B, la force à s'ouvrir. Il est évident que si les vases C et B sont vides, le liquide de A descendra par l'orifice de la soupape, tandis qu'un même volume d'air, qui pénétrera par l'ouverture *o*, montera pour le remplacer. Ce liquide se répartira dans ces deux vases, y prendra le même niveau, et l'écoulement ne cessera que quand l'air ne pourra plus s'introduire dans le vase A.

228. Si le bord inférieur du vase A est au-dessous du bord supérieur du vase C, le liquide écoulé finira par atteindre le bord inférieur du vase A, et l'écoulement du liquide cessera; mais si on enlève ou si on consomme une partie du liquide du vase C, le niveau, dans ce vase et dans l'espace qui sépare les vases A et B, descendra, finira par découvrir les bords

inférieurs de A, l'air y entrera, et le niveau du liquide se rétablira comme il était d'abord. Si on suppose que l'on enlève le liquide du vase C d'une manière continue, le niveau ne restera pas rigoureusement constant; il s'abaissera un peu pendant les intervalles de temps qui sépareront l'entrée des bulles d'air dans A; mais ces variations sont toujours petites; je les ai observées dans un grand nombre de circonstances différentes, et je ne les ai jamais vues de plus d'un millimètre.

229. Si, au contraire, le niveau inférieur de A était au dessus du niveau supérieur de C, l'entrée de l'air dans A ne pourrait point être arrêtée, et l'écoulement du liquide par-dessus les bords de C serait continu tant qu'il y aurait du liquide dans A; cet écoulement serait uniforme, et se ferait avec la même vitesse que celui qui aurait lieu dans l'appareil (fig. 64) dans lequel les vases A et C sont ouverts, et où le liquide renfermé dans A conserverait un niveau constant, élevé au-dessus des bords du vase C d'une quantité égale à la différence de niveau du bord supérieur de C au bord inférieur de A dans la figure 63. La raison en est évidente : le vase B (fig. 63) sera toujours rempli jusqu'au niveau inférieur de A; le liquide ne pourra pas s'élever au-dessus; et aussitôt qu'il sera descendu au-dessous, l'air pouvant rentrer dans A, ce dernier vase fournira une nouvelle quantité de liquide qui relèvera le niveau. Cependant, pour que le niveau ne reste pas au-dessous de la limite que nous venons d'assigner, il faut que la quantité de liquide qui peut être fournie par A soit plus grande que celle que peut débiter C.

230. Dans les lampes ordinaires, le niveau inférieur de A est toujours au-dessous de C de 2 à 3 lignes; et lorsque, par la combustion, il est descendu, il remonte et éprouve des variations successives, qui ont fait donner à cette disposition de réservoirs le nom d'alternatif.

231. Les fig. 65, 66, 67 et 68 représentent différentes lampes construites d'après ce principe. Les réservoirs des deux premières ne diffèrent en rien de la disposition de la fig. 63; seulement les enveloppes extérieures sont percées vers le sommet d'une ouverture *o*, afin que l'air puisse pénétrer facilement entre les deux vases. Dans la lampe fig. 67, le réservoir, quoique fondé sur les mêmes principes, diffère par la forme et la position de l'ouverture inférieure du réservoir d'huile; ce réservoir est exactement fermé par un bouchon à vis, que l'on place après avoir rempli ce réservoir d'huile; il est garni latéralement d'un orifice, et, à cette hauteur, il est enveloppé par une douille en fer-blanc, également percée d'une ouverture qui ferme ou laisse libre la première, suivant que son ouverture est de côté ou en face de la première; cette douille est garnie d'un petit appendice qui entre dans une rainure à baïonnette, pratiquée dans le gouleau du vase extérieur B, et au moyen duquel en tournant le vase A, on ouvre son orifice latéral; par cette disposition, on a l'avantage de pouvoir fermer facilement le réservoir d'huile quand on transporte la lampe, et par conséquent d'éviter les dégorgemens que l'agitation ou l'inclinaison produisent toujours. La dernière (fig. 68) qui a été construite par M. Levasseur est disposée de la même

manière, mais le réservoir d'huile A se monte à vis sur le réservoir B, et la douille qui enveloppe l'extrémité du réservoir A peut monter et descendre à l'aide d'une tige *a*, qui y est soudée, et qui passe dans une ouverture pratiquée à la partie supérieure du vase B. Ce qui établit une grande différence entre cet appareil et le précédent, c'est que l'espace qui environne l'orifice du vase A, par lequel l'huile s'écoule, est très-large, tandis qu'il est très-étroit dans le précédent; nous verrons plus tard quelle est l'influence de cette disposition.

232. On peut disposer ces réservoirs d'une manière différente, qui est quelquefois beaucoup plus commode (fig. 69); le tuyau de communication du bec au réservoir est garni d'un robinet *m*, et le réservoir est formé d'un seul vase, dont le couvercle est percé d'une ouverture *d*, fermée par un bouchon; à côté se trouve un tuyau *bc*, ouvert par les deux bouts, et qui passe a frottement dans une boîte à cuir *n*, de manière à ce qu'on puisse l'enfoncer plus ou moins pour remplir le réservoir. On commence par fermer le robinet *m*, ensuite on remplit complètement le vase A de liquide, et on place le bouchon *d*, qui doit fermer hermétiquement. Il est évident que si on ouvre le robinet *m*, l'appareil devra se comporter comme celui de la fig. 63; car la seule différence consiste en ce que la colonne d'air, au lieu d'environner le vase A, est dans son intérieur, mais elle doit agir de la même manière. Si le point *c* est au-dessus de C, l'air s'introduira dans A par le tube *bc*, et il se fera, par les bords de C, un écoule-

ment continuel sous une pression de liquide égale à la différence de niveau de C et de *c*; si, au contraire, *c* est au-dessous de C, le liquide dans C se tiendra au niveau de *c*, et quand ce niveau baissera par la consommation de l'huile, l'air, en entrant par *bc*, le rétablira. Ce mode de maintenir le niveau constant est très-avantageux pour les réservoirs circulaires des lampes astrales, dans lesquelles la première disposition serait très-incommode.

233. Pour ces dernières lampes, M. Caron, lampiste, a introduit un perfectionnement important, en réunissant le robinet *m* au bouchon *n*. Nous allons décrire cet appareil.

La nouvelle disposition imaginée par M. Caron est toute renfermée dans le robinet A (fig. 70), qui est placé vis-à-vis le tuyau *ab*, qui conduit l'huile dans le bec. La fig. 71 présente une coupe de ce robinet sur une plus grande échelle. Le boisseau du robinet est ouvert par les deux bouts, et renferme latéralement deux ouvertures circulaires, A et B. La clef du robinet est creuse, et se trouve divisée en deux parties, qui n'ont aucune communication par le diaphragme *ab*; la chambre M de la clef est ouverte supérieurement, et renferme une ouverture latérale et circulaire A′, qui se trouve à la même hauteur que l'ouverture A du boisseau. La chambre inférieure N de la clef, ouverte inférieurement, renferme aussi un orifice latéral circulaire B′, à la même hauteur que l'ouverture B du boisseau, mais qui est opposé à l'ouverture A′. Au-dessous du robinet se trouve un réservoir P Q, dans

lequel plonge le tube à air R S, dont l'ouverture inférieure, qui règle le niveau d'écoulement, est de quelques lignes au-dessous du bec de la lampe. Dans la position de la clef du robinet (fig. 71), l'huile renfermée dans le réservoir s'introduit dans la chambre N, en passant par les ouvertures B et B′ du boisseau et de la clef, qui se rencontrent, et de là descend dans le réservoir P Q, d'où l'écoulement se fait d'une manière continue dans le bec de la lampe, comme si le niveau de l'huile étant en R, le réservoir était ouvert par la partie supérieure. Lorsque l'on veut remplir le réservoir d'huile, on tourne la clef du robinet par les deux oreilles *p* et *q*, de manière à faire rencontrer l'ouverture A avec l'ouverture A′, quand cela arrive, l'ouverture B′ est du côté opposé de l'ouverture B, la chambre N n'est plus en communication avec le réservoir d'huile, et l'espace P Q, d'où se fait l'écoulement dans le bec, cesse aussi par conséquent de communiquer avec ce réservoir; alors, en versant de l'huile dans la chambre M de la clef, elle se répand dans le réservoir annulaire. Quand on veut ensuite allumer la lampe, on remet le robinet en sens contraire, dans la position indiquée par la figure. Afin que l'on puisse fixer facilement le robinet, aux points précis où les ouvertures A′ et B′ correspondent exactement aux ouvertures A et B du boisseau, les bords supérieurs de ce dernier renferment deux arrêts contre lesquels la clef vient buter dans les deux positions qu'elle doit avoir quand le bec est allumé et quand on introduit l'huile.

Mais cette disposition exige que le réservoir d'huile

soit beaucoup plus élevé que les bords du bec, par conséquent le mécanisme de M. Caron n'est réellement applicable qu'aux lampes astrales de suspension.

234. En 1821, M. Georget eut l'idée assez heureuse de faire, pour les lampes ordinaires, des réservoirs annulaires étroits placés à une grande hauteur audessus du bec, et à travers lesquels passe la cheminée, de manière que leur partie inférieure soit à la naissauce du globe dépoli qui environne la flamme (fig. 72 et 73). Le tuyau de descente qui fournit l'huile au bec est unique, droit, vertical, et divisé en deux parties, dont celle qui est soudée au réservoir entre de quelques centimètres dans celle qui est inférieure; la première est terminée par une ouverture garnie d'une petite soupape semblable à celle que nous avons désignée par *a* dans la fig. 63. Cette ouverture sert à introduire l'huile; la soupape se ferme quand on renverse le réservoir pour le mettre en place, et s'ouvre d'elle-même par un arrêt, lorsqu'il est dans la position qu'il doit conserver.

235. M. Milan aîné a fait récemment, aux lampes destinées à remplacer les lustres, et qui sont alimentées par des réservoirs supérieurs, une amélioration assez importante. Nous décrirons cette lampe d'autant plus volontiers, que le mode de suspension qu'il a adopté, et qui est connu depuis très-long-temps, doit fixer quelques instans notre attention.

La disposition des becs et du réservoir est représentée dans la fig. 74. Le réservoir est supérieur; il est garni au centre d'un tube vertical *a*, qui sert à le remplir. Ce tube s'emboîte dans un autre tube *b*, qui com-

munique avec les becs : la jonction des deux tubes est à baïonnette, et leurs extrémités sont disposées comme dans la fig. 63. Le réservoir est échancré pour faire place aux cheminées. La partie supérieure du réservoir reçoit une tige à laquelle est fixé le chapeau *cd* (fig. 75), contre lequel la fumée se dépose; la tige se bifurque ensuite et se termine par deux crochets. A ces crochets sont attachées deux cordes qui, après avoir passé sur deux poulies fixes, soutiennent le contre-poids MM. L'appareil se place dans un globe de verre dépoli A, ouvert par les deux extrémités, dont l'ouverture inférieure se ferme par le godet *ik*, qui est fixé au-dessous du système des becs. Ce globe est soutenu au moyen de deux chaînes fixées à la couronne *gh*. La couronne est supportée par deux cordons qui s'enroulent sur deux poulies fixées dans la même chappe que les premières, et dont les extrémités sont fixées au contre-poids NN. Il résulte de cette disposition que l'on peut à volonté faire monter et descendre les becs et le globe, ou seulement les premiers, et que l'on peut facilement enlever le système des becs sans toucher au globe; mais il faut le remplacer par un poids équivalent : alors le service de la lampe devient beaucoup plus facile, et se trouve sujet à beaucoup moins d'inconvéniens que celui des lampes de suspension, qu'il faut remplir et nettoyer en place.

236. Dans tous les systèmes de lampes, où les réservoirs enveloppent les cheminées, les réservoirs sont sujets à s'échauffer, et l'on pourrait craindre que cet échauffement ne fît souvent dégorger l'huile;

mais cet effet n'a point lieu, ou du moins est extrêmement faible, quand la lampe a d'abord été bien garnie.

En effet, supposons le réservoir exactement plein d'huile, et examinons les phénomènes qui seront produits par la chaleur. L'huile, en s'échauffant, se dilatera ainsi que son enveloppe, et tout le volume provenant de l'excès de la dilatation de l'huile sur celle du métal se portera dans le bec, où par conséquent le niveau de l'huile sera élevé d'une quantité qui dépendra à la fois de la température acquise par le réservoir, de la différence entre la dilatation de l'huile et celle du métal, et enfin du rapport des diamètres du bec et du réservoir: mais à mesure que l'huile monte dans le bec par l'effet de la dilatation, elle est consommée; et comme le volume d'huile brûlée est beaucoup plus grand dans un temps donné que l'effet de la dilatation, il en résulte que l'air s'introduit successivement dans le réservoir, comme s'il ne s'échauffait pas; les intermittences sont seulement un peu plus rares. Ainsi l'effet de la dilatation est détruit complètement à chaque intermittence, et par conséquent l'échauffement du réservoir ne peut pas produire de dégorgement.

D'ailleurs l'échauffement du réservoir est peu considérable, quoique placé dans le voisinage de la cheminée. C'est un fait que j'ai eu souvent occasion de vérifier; mais j'ai voulu mesurer exactement cet échauffement, suivant les distances du bord intérieur du réservoir à la cheminée. Pour cela, j'ai placé un thermomètre très-sensible à différentes distances de la cheminée d'une lampe à mouvement, vers le tiers supérieur

de sa hauteur, qui est la place ordinairement occupée par le réservoir, et j'ai trouvé les résultats suivans :

DISTANCE DU CENTRE DE LA BOULE DU THERMOMÈTRE, A LA CHEMINÉE.	TEMPÉRATURE DE L'AIR ; THERMOMÈTRE CENTIGRADE.	TEMPÉRATURE DU THERMOMÈTRE.	ÉCHAUFFEMENS.
Centimètres			
1 ».........	9......	30 »...	21 »
1 5.........	9......	27 »..	18 »
2 ».........	9......	24 5..	16 5
3 ».........	9... ..	23 »...	14 »
4 ».........	9......	21 »...	12 »
5 ».........	9......	19 ». .	10 »

On voit d'après cela qu'à la distance de 1 centimètre, qui est beaucoup plus petite que celle que l'on emploie ordinairement, l'échauffement ne serait que de 21°. Mais la température moyenne du réservoir serait beaucoup plus petite; et le maximum de température n'aura lieu qu'après un temps assez long, durant lequel les effets de la dilatation auront été successivement détruits à chaque intermittence.

Mais si le réservoir renfermait beaucoup d'air au commencement de la combustion, comme sa dilatation est beaucoup plus grande que celle de l'huile, il pourrait arriver que cet accroissement de volume dépassât de beaucoup celui de l'huile consommée, et par conséquent qu'il y eût dégorgement dans le bec.

Ainsi, dans ces sortes de lampes, il est nécessaire de remplir toujours exactement les réservoirs.

237. Dans tous les réservoirs intermittens, on suppose toujours que le niveau de l'huile dans le bec dépouillé de mèche, se trouve au niveau de l'ouverture par laquelle l'air peut s'introduire dans le réservoir. Mais cette égalité de niveau n'existe réellement que quand l'épaisseur du bec et le tube, ou l'espace par lequel s'introduit l'air, ne sont point capillaires; car la capillarité du bec élève le niveau de l'huile qu'il renferme, et la capillarité du tube ou de l'espace par lequel l'air pénètre abaisse le niveau de l'huile dans le bec.

238. L'influence de la capillarité du bec est évidente; elle élève le niveau du liquide d'une quantité qui est en raison inverse du diamètre du bec, comme nous l'avons déjà dit.

239. Quant à la capillarité du tube d'introduction de l'air, il est facile de voir qu'il agit en sens contraire. En effet, si nous supposons d'abord que le tube *b c* (fig. 69) soit d'un très-grand diamètre, nous avons déjà vu que le niveau du liquide dans le vase C sera rigoureusement à la hauteur du point *c*. Mais si nous admettons que le tube *b c* devienne capillaire, à l'instant le liquide s'élèvera dans ce tube à une certaine hauteur, et comme l'air, pour rentrer dans le vase A, devra vaincre cette colonne liquide il faudra nécessairement que le niveau dans le vase *c* descende de la même quantité au-dessous de son niveau primitif. Ainsi, par exemple, si le liquide peut s'élever dans le tube *b c* de 2 centimètres, les intermittences ne se manifesteront que quand le liquide sera descendu dans le vase C de 2 centimètres au-dessous de l'extrémité du tube *b c*.

240. On peut d'ailleurs vérifier cette influence de la capillarité du tube d'introduction, au moyen d'un appareil très-simple, que représente la fig. 77. Il est composé de 2 gros tubes de verre A et C, mastiqués par leurs parties inférieures dans deux boîtes de fer-blanc communiquant entre elles par un tube horizontal. Le tube A est fermé à la partie supérieure par une boîte garnie d'une tubulure; on place le tube à air dans cette tubulure, et après l'avoir mastiqué, on introduit de l'huile par le tube C; pour la faire passer dans le tube A et en expulser l'air, on incline l'appareil en fermant le tube C et le tube *bc* avec les doigts; en répétant plusieurs fois cette opération, on parvient facilement à remplir complètement le vase A; alors si on débouche C et *bc*, on verra que le niveau du liquide dans le tube C, que nous supposons non capillaire, reste au-dessous de l'extrémité du tube *bc*, d'une quantité d'autant plus grande que le tube *bc* est plus petit. On peut même mesurer facilement cette différence en collant contre les deux tubes de verre de petites bandes de papier *mn* divisées en millimètres, dont le zéro est placé dans les deux bandes à la même hauteur. Si après avoir mesuré la différence de niveau, on enlève le tube, et si on le place dans un vase plein d'huile, dans une position verticale, on observe que l'huile s'élève dans ce tube au-dessus du niveau extérieur, à une hauteur parfaitement égale à la différence de hauteur de l'extrémité *c* du tube *bc* et du niveau *e* du liquide dans le vase C.

241. Ainsi les tubes étroits abaissent le niveau dans les becs, et ces abaissemens sont égaux à la hauteur

laquelle l'huile s'élève librement dans ces tubes.

Lorsque les réservoirs sont disposés comme dans les fig. 65, 66, 67, disposition qu'on désigne ordinairement sous le nom de réservoirs à bouteilles, l'introduction de l'air a lieu par l'espace qui sépare le réservoir de son enveloppe. La capillarité a lieu dans cet espace comme dans un tube circulaire; mais elle est 2 fois plus petite que dans un tube dont le diamètre serait égal à son épaisseur.

242. L'abaissement de niveau au-dessous de l'extrémité du canal à air peut facilement se calculer d'avance lorsqu'on connaît le diamètre du tube, ou l'épaisseur de l'espace qui laisse pénétrer l'air, l'épaisseur intérieure du bec, et les lois de la capillarité relativement à l'huile; car il suffit, pour avoir l'abaissement du niveau, de retrancher la capillarité du bec de celle du tube. Les lois de la capillarité sont extrêmement simples. L'ascension du liquide est en raison inverse du diamètre du tube ou de l'espace dans lequel il s'élève, et pour un même diamètre, l'élévation est deux fois plus grande dans un tube que dans un espace terminé par deux surfaces parallèles, ou dans un espace annulaire; il résulte de là que si on mesure l'élévation de l'huile dans un tube dont on connaisse exactement le diamètre, on pourra facilement en déduire l'ascension du même liquide dans tous les autres tubes et dans tous les espaces annulaires.

J'ai fait cette observation avec beaucoup de soin, en prenant un tube de verre dont j'ai déterminé le dia-

mètre avec précision, et dont j'ai mesuré la capillarité un grand nombre de fois en le plongeant dans l'huile à brûler ordinaire du commerce. Voici les tables que j'en ai déduites :

ÉLÉVATION DE L'HUILE
AU-DESSUS DE SON NIVEAU,
DANS UN TUBE CIRCULAIRE.

DIAMÈTRE INTÉRIEUR DU TUBE.	ÉLÉVATION EXPRIMÉE EN MILLIMÈTRES.
mm.	mm.
0, 5	27, 20
1, »	13, 60
2, »	6, 80
3, »	4, 53
4, »	3, 40
5, »	2, 72
6, »	2, 26

ÉLÉVATION DE L'HUILE
AU-DESSUS DE SON NIVEAU,
DANS UN ESPACE ANNULAIRE.

ÉPAISSEUR DE L'ESPACE ANNULAIRE.	ÉLÉVATION EXPRIMÉE EN MILLIMÈTRES.
mm.	mm.
0, 5	13, 60
1, »	6, 80
2, »	3, 40
3, »	2, 26
4, »	1, 70
5, »	1, 36
6, »	1, 13

Nous donnerons deux exemples du calcul de l'abaissement du niveau dans le bec. Supposons d'abord que l'épaisseur intérieure du bec soit de 3 millimètres, et que le diamètre du tube à air soit de 2 millimètres; ce dernier étant circulaire, son influence sera de 6^{mm}, 80, et l'influence de l'autre sera seulement de 2^{mm}, 26: par conséquent, l'abaissement du niveau dans le bec sera 6^{mm}, 80, moins 4^{mm},54, ou 2^{mm}, 26. Si le réservoir est à bouteille, et que l'intervalle du réservoir et de son enveloppe soit de 2 millimètres, et le bec de 3, comme ces deux espaces sont annulaires, leur capillarité devra être prise dans le second tableau; l'effet résultant sera 3^{mm}, 40, moins 2^{mm}, 26, ou 1^{mm}, 14.

243. Ainsi, dans les lampes où l'air est introduit dans le réservoir par un tube, il est nécessaire que ce dernier soit d'une dimension suffisante pour éviter l'abaissement du niveau dans le bec dû à la capillarité; ou bien il faut évaser ce tube par sa partie inférieure, ou enfin le relever d'une quantité égale à la dépression qu'il produit.

244. Dans les réservoirs à bouteille, l'abaissement de l'huile dans le bec varie avec la position de la bouteille; car si on la met exactement au milieu de son enveloppe, l'espace capillaire qui sépare ces deux surfaces est égal tout autour; et si on le fait toucher d'un côté, l'espace capillaire sera deux fois plus grand d'un côté, et nul de l'autre : or, comme l'air passe toujours par le chemin qui lui présente le moins de résistance, il en résulte que la capillarité qui fera baisser le niveau

dans le bec sera deux fois plus petite dans ce cas que dans l'autre.

Pour éviter tous ces inconvéniens, il faut terminer le réservoir d'huile par un petit prolongement de quelques lignes (fig. 78), au fond duquel est pratiquée la soupape l'espace qui environne ce tube étant très-grand, le niveau de l'huile en dehors se maintient exactement au niveau de l'orifice inférieur de ce tube; et si la hauteur de ce tube est de quelques lignes, le liquide ne s'élèvera jamais assez haut pour atteindre l'espace capillaire qui sépare le réservoir de son enveloppe, et cet espace sera toujours suffisant pour l'introduction de l'air. Cette disposition est pratiquée depuis long-temps, mais elle l'était uniquement afin de pouvoir, en échancrant plus ou moins le tube, élever davantage la partie inférieure du réservoir ; mais on ne laissait jamais assez d'espace entre la partie supérieure de cette échancrure et le fond du réservoir.

La disposition des réservoirs adoptés par M. Levasseur (fig. 68.), que nous avons décrits (231), obvie complètement à tous ces inconvéniens.

J'ai longuement insisté sur l'influence de la capillarité des tubes à air, parce que j'ai souvent rencontré des lampes qui brûlaient très-mal par les causes que j'ai signalées.

Réservoirs inférieurs au bec.

245. Lorsque le réservoir d'huile est placé au-dessous du bec, il faut que l'huile soit maintenue dans le bec, à la hauteur convenable, par une certaine force ;

et comme l'huile doit arriver continuellement à mesure de sa consommation, ce mouvement ne peut être produit que par un autre équivalent; ainsi, dans tous ces appareils il faut employer du mouvement pour faire monter l'huile. Ce mouvement est tantôt produit directement et par intervalle sur la tige du piston d'une pompe qui fait monter l'huile dans un petit réservoir placé au niveau du bec, et que l'on remplit de temps en temps; tantôt d'une manière continue par la chute d'un corps solide, par celle d'un corps liquide, ou par un ressôrt qui se débande et dont on règle l'action par le moyen d'un rouage et d'un volant.

246. Nous décrirons tous les différens systèmes qui ont été employés jusqu'à ce jour, mais nous insisterons particulièrement sur ceux qui ont été adoptés, ou qui peuvent l'être avec avantage.

247. *Réservoirs à pompe*. Ces appareils, qui sont encore très-usités dans le midi de la France, ont le réservoir alimentaire placé dans le pied de la lampe, et un petit réservoir près de la partie supérieure du bec dans lequel on monte l'huile de temps en temps, au moyen d'une petite pompe foulante. La fig. 79 représente une lampe à pompe, à mèche plate; elle a la forme d'un chandelier ordinaire avec sa bougie; le pied de la lampe AB est creux, et sert de réservoir d'huile. La partie supérieure AC est formée d'un cylindre ordinairement en fer-blanc renfermant intérieurement un cylindre beaucoup plus petit, qui en enveloppe un autre d'un plus petit diamètre encore, qui est soudé sur la tête du piston de la pompe. Ce dernier s'élève jusque vers le point A ; le piston de

la pompe est maintenu au sommet de sa course par un ressort ; lorsque l'on veut faire monter l'huile on presse sur la bobèche *ab*, le piston de la pompe descend, le ressort qui est au-dessous le fait remonter ; l'huile s'élève dans le petit tuyau central, et vient remplir le réservoir CA.

La figure 80 offre une coupe de cette lampe sur une plus grande échelle ; le corps de pompe est un cylindre en fer-blanc *ccdd*, dont la partie inférieure, percée de plusieurs ouvertures, est soudée sur le fond du réservoir ; *m* est une petite soupape qui s'ouvre de bas en haut ; *n*, la soupape du piston qui s'ouvre dans le même sens ; *f*, un ressort formé par un fil de fer tourné en spirale ; *gh*, le tuyau qui surmonte le piston, et s'engage dans le tuyau *ikl*, qui est soudé au réservoir AC ; l'intervalle qui sépare le cylindre CA de la bobèche est destiné à transmettre dans le réservoir AB l'huile qui s'écoule par la partie supérieure du bec lorsque l'on pompe de manière à faire déverser le réservoir supérieur. L'ouverture supérieure du cylindre CA, qui reçoit le bec mobile à travers lequel passe la mèche, est garnie d'un rebord qui descend au-dessous de l'extrémité *l* du tuyau *ikl*, afin que l'huile, élevée par la pompe, ne soit pas projetée hors du réservoir. La partie inférieure AB de ces lampes est ordinairement en étain ; tout le reste est en fer-blanc : elles sont d'un prix peu élevé.

On construit aussi sur le même principe des lampes à double courant d'air ; la fig. 81 en montre l'extérieur, et la fig. 82 une coupe longitudinale ; d'après ce qui

précède, et l'inspection des figures, il est facile d'en concevoir la construction.

248. *Lampe d'Edelcrantz.* (fig. 77 *bis.*) Cette lampe, qui a été désignée sous le nom de lampe statique, parce qu'elle dépend de l'équilibre entre trois corps différens, dont deux sont fluides et l'autre solide, est formée de trois cylindres concentriques, *aahh*, *ddhh*, et *fgbb*; les deux premiers sont réunis par leur partie inférieure, et forment entre eux un espace annulaire fermé par la partie inférieure; le second cylindre *ddhh* est également fermé par un plateau supérieur *dd*; cette partie de l'appareil forme donc une surface circulaire horizontale, garnie, près de sa circonférence, d'une rainure profonde dont le rebord extérieur s'élève au-dessus du plateau central. Le cylindre *fgbb*, qui entre librement dans l'espace annulaire formé par les deux cylindres *aahh* et *dehh*, est également fermé par un plateau *fg*, que reçoit à son centre un tuyau vertical *kkll*, sur l'extrémité duquel est montée à vis un bec à double courant d'air; ce dernier tuyau en renferme un autre plus petit, *pq*, ayant le même axe, et qui est maintenu dans sa position par deux petites traverses; il reçoit une tige de fer, *mn*, fixée au plateau *dd*, et qui est terminée supérieurement par un écrou *o*: ce petit cylindre sert à diriger le mouvement du cylindre *fgbb*; les cylindres *aahh*, *ddhh*, *fgbb*, doivent être en tôle, ainsi que les plateaux *dd*, *fg*, et l'anneau *hh*; le tuyau *kkll* peut être en cuivre ou en fer-blanc.

249. Pour se servir de cette lampe, on fixe l'écrou *o*, qui limite la plus grande élévation du cylindre *fgbb*, de

manière que la distance des plateaux *fg* et *dd* soit de 15 à 16 lignes à leur plus grand écartement, c'est-à-dire quand la partie supérieure du cylindre *pq* touche l'écrou. On verse ensuite du mercure dans l'espace annulaire *ahddha* jusqu'en *rr*, après on enlève le bec, et on verse de l'huile par l'ouverture *ll*, de manière à remplir l'espace N; l'huile agissant par son poids sur la surface du mercure, fera élever son niveau extérieur au-dessus de *r*, et comme la pesanteur spécifique du mercure est environ 15 fois plus grande que celle de l'huile, la différence *rr'* de niveau du mercure sera égale à la quinzième partie de la hauteur *rl*; le réservoir étant rempli, on visse le bec, et il ne reste plus qu'à charger le plateau *fg* d'un poids suffisant pour faire monter l'huile jusqu'en *s*; la distance *rr'* des deux niveaux du mercure sera augmentée du quinzième de la hauteur du bec, mais une fois l'équilibre établi, l'huile se maintiendra constamment au niveau *ss*; en effet, le mercure placé dans les rainures d'emboîtement ne sert qu'à intercepter l'air extérieur, et dans le rapprochement ou l'écartement des plateaux *fg* et *dd*, il ne joue point d'autre rôle; il suffit donc d'examiner les différentes pressions qu'éprouve l'huile placée dans le réservoir N, et dans le tuyau d'ascension, or l'huile située au-dessous de *fk*, et de *kg*, éprouve une pression constante, égale au poids de la partie solide et mobile de l'appareil en y comprenant les poids dont on l'a chargé; par conséquent la colonne liquide qui s'élève au centre doit nécessairement acquérir une hauteur telle, que son poids fasse équilibre à cette pres-

sion : or, comme cette pression est constante, la hauteur de l'huile doit l'être également, tant que les deux plateaux *fg* et *dd*, ne sont pas en contact.

Nous avons dit que le poids de la partie mobile de l'appareil était invariable ; il ne l'est cependant pas rigoureusement, parce qu'à mesure que le cylindre *fgbb* s'enfonce dans le mercure, le métal plongé perd une partie de son poids égale à celui du mercure dont il tient la place ; mais ce cylindre étant très-mince, la diminution de poids qui résultera de son enfoncement n'aura aucune influence sensible sur le niveau de l'huile dans le bec.

Dans la figure, *uutt* est un petit tube de fer-blanc destiné à recevoir l'huile surabondante ; il remplit les mêmes fonctions que les godets que l'on place sous les lampes ordinaires à double courant d'air.

Les lignes tracées de chaque côté du tuyau *lk* indiquent la coupe d'une enveloppe susceptible de recevoir différens ornemens, et qui est destinée à former le poids qni agit sur la surface de l'huile pour déterminer et maintenir son ascension.

Lorsqu'on connaît la quantité d'huile que le bec consomme par heure, on peut facilement déterminer la capacité de l'espace N qui doit contenir l'huile, pour que la lampe dure un temps déterminé. Quant au poids dont on doit charger le plateau FK, il est évidemment égal au poids d'un cylindre d'huile qui aurait pour base le plateau *fk*, et pour hauteur la distance *ks*. Si, par exemple, la surface de ce plateau, qui est égale au cercle, dont le diamètre est *fg*, moins

le cercle dont le diamètre est *k k*, avait 5o centimètres carrés de surface, et que la distance *k s* fût de 20 centimètres, le poids total serait celui de 1000 centimètres cubes d'eau; et comme la densité de l'huile est à peu près les 0,90 de celle de l'eau, et qu'un centimètre cube d'eau pèse 1 gramme, le poids cherché sera de 900 grammes, y compris celui de la partie mobile elle-même de l'appareil.

249 *bis*. Ce qui précède suffit pour faire concevoir le mécanisme de la lampe de M. Edelcrantz; il est très-ingénieux, mais n'a point été adopté, parce que les lampes construites d'après ce principe ne sont pas facilement portatives.

250. *Lampe de Girard*. Cet ingénieux appareil, qu'on désigne ordinairement sous le nom de lampe hydrostatique, est fondé sur le même principe que la fontaine de Héron. Nous commencerons par la décrire :

251. La fontaine de Héron, réduite à sa disposition la plus simple, est composée (fig. 83), de 3 réservoirs A, B, C. Le premier est ouvert, les deux autres sont hermétiquement fermés de manière à ne point communiquer avec l'air; la partie inférieure du premier communique avec la partie inférieure du second par le tube *a b*. La partie supérieure du second communique avec la partie supérieure du troisième par le tube *c d*; enfin, le dernier communique par sa partie inférieure avec l'air au moyen du tube *e f*. Supposons que les réservoirs A et C soient pleins d'un liquide quelconque, et que le réservoir B soit plein d'air; le premier étant ouvert, le liquide qu'il renferme s'écoulera

dans le réservoir B, l'air de ce dernier passera dans le réservoir C, et la pression qui en résultera fera jaillir l'eau du réservoir C par l'orifice *f*. Lorsque le jet aura atteint son maximum d'élévation, la pression de l'air dans les réservoirs B et C sera égale au poids d'une colonne liquide, ayant pour hauteur la différence de niveau du liquide dans les deux réservoirs A et B. Le liquide devra donc jaillir, par l'orifice *f*, à une hauteur égale à cette différence de niveau, et durer jusqu'à ce que le réservoir B soit rempli, ou que le niveau du réservoir C soit descendu au-dessous du point *e*.

252. On dispose ordinairement ces réservoirs d'une manière plus commode (fig. 84): les mêmes lettres indiquent les mêmes objets que dans la figure précédente. Le jet alimente lui-même le réservoir supérieur. Par cette disposition, pour vider le réservoir B, et remplir le réservoir C, il suffit de renverser l'appareil; en effet, l'air rentre dans le réservoir B par le tube *a b*, l'eau qu'il renfermait s'écoule dans le réservoir C, par le canal *cd*, et l'air s'échappe de ce dernier par le canal *ef*.

253. On construit quelquefois des fontaines de Héron avec un simple tube de verre garni de boules (fig. 86); l'espace AB est plein d'eau, l'espace BC plein d'air, et l'espace CD plein d'eau; la pression de la colonne d'eau AB se transmet à la colonne d'air BC, et de cette dernière à la surface du liquide C, qui par conséquent doit jaillir par l'orifice *f*, à une hauteur égale à AB.

254. Dans la fontaine de Héron, le jet a lieu à une hauteur sans cesse décroissante, car à mesure que le liquide s'écoule du vase A dans le vase B, le niveau du liquide descend dans le premier et monte dans le second, effets qui tous deux concourent à diminuer la longueur de la colonne liquide qui produit le mouvement; et à mesure que le réservoir C se vide, le jet qui a lieu à une hauteur égale à la différence des niveaux de A et de B, mais à partir du niveau de C, diminue continuellement. Pour rendre la hauteur de l'injection constante, ou pour que le liquide se trouve élevé dans le tube *ef* (fig. 84) constamment à la même hauteur, quelles que soient les quantités de liquide renfermées dans les vases, il faut 1°, que la longueur de la colonne liquide qui produit le mouvement reste constante; 2° que l'élévation du liquide dans le tube *ef* soit indépendante de la hauteur du liquide dans le vase C.

255. Girard est parvenu à remplir ces conditions d'une manière très-simple (fig. 85); le réservoir A est placé au-dessous du réservoir C, et se trouve fermé; il ne communique avec l'air qu'au moyen du tube *mn*, ouvert par les deux bouts, et dont l'extrémité inférieure s'approche à une très-petite distance de son fond; nous avons déjà vu que par une semblable disposition le liquide s'écoulait comme si le vase était ouvert et si le liquide restait constamment au niveau de l'extrémité inférieure du tube. Ce tube est soudé aux parois supérieure et inférieure du réservoir C qu'il traverse. Le tube *ab*, qui doit laisser écouler le liquide du réservoir A dans le

réservoir B, est environné à la partie inférieure d'un cylindre pq, dont les bords inférieurs sont soudés contre le fond du réservoir B, et dont les bords supérieurs s'élèvent à une hauteur plus grande que celle que peut atteindre le liquide de B, quand le réservoir A est vide. Il résulte de cette disposition que le liquide qui s'écoule par ab devra, après avoir rempli le cylindre pq, s'écouler par ses bords, et par conséquent le poids de la colonne liquide qui produit le mouvement restera le même pendant tout l'écoulement, et la colonne aura pour hauteur la distance du point p au point n. Pour rendre indépendante du niveau de C celui du liquide dans ef, Girard a recourbé le tube cd, qui porte l'air du réservoir B dans le réservoir C, et il a fait descendre l'extrémité d' jusqu'au niveau de e. Il résulte de là, que la force élastique de l'air qui se trouve dans le vase C est plus faible que celle de B de toute la hauteur du liquide de C au-dessus du point d'; par conséquent la force élastique de cet air ne fera monter le liquide de C dans le tube ef qu'à une hauteur égale à np, diminuée de xd', à partir du niveau x; mais comme la distance xe est égale à xd', il en résulte évidemment que le liquide sera élevé dans ef à une hauteur constante à partir de son extrémité e, et égale à np.

256. Si le tube ef est plus petit que np, le liquide formera un jet continu à son extrémité. S'il est plus grand, le liquide y sera stationnaire, et tout restera en équilibre; mais si on l'enlève, où si on le consomme, une portion équivalente de liquide tombera de A dans B, une bulle d'air passera de B en C, par le tube edd',

et une égale quantité de liquide sera fournie par C au tube *ef*.

257. Il est facile maintenant de concevoir le mécanisme de la lampe de Gérard ; elle ne diffère de l'appareil décrit (fig. 85), que par quelques dispositions nécessaires au remplissage de la lampe et à l'écoulement de l'huile, qui peut s'extravaser du bec : nous la donnerons avec les perfectionnemens qui y ont été faits par M. Caron. Nous indiquerons ensuite en quoi ils consistent.

258. La (fig. 87) représente une coupe de la lampe en question, dans laquelle on a supposé que tous les tuyaux sont disposés dans le même plan, afin que la coupe les présente tous. Les seules différences qui existent entre cet appareil et celui de la fig. 85 consistent : 1° dans le tube *ef*, qui se termine par le bec ; 2° dans le tuyau *g h*, qui est destiné à conduire l'huile qui s'extravase dans la capacité D qui est fermée ; 3° dans le tube *ik*, qui s'ouvre dans l'air et dans la partie supérieure du réservoir A, et reçoit une tige creuse passant à travers une petite boîte à cuir, et qui est percée supérieurement d'une ouverture *o*, de manière qu'en élevant ou en abaissant le bouton *l*, on établit où on intercepte la communication de A avec l'air. La distance *ef* doit être de quelques lignes plus petite que la distance *np*. Le réservoir B, jusqu'au niveau de *p*, doit avoir une capacité plus grande que celle de A. Tous les tuyaux doivent avoir au moins 10 millimètres, afin d'éviter les effets qui proviennent de leur capillarité et les engorgemens. Tous doivent être parfaite-

ment soudés aux parois des vases qu'ils traversent. La hauteur de la lampe est arbitraire.

259. Pour remplir la lampe on tire le bouton *l*, et on verse de l'huile par l'ouverture *m* du tube à air. Les capacités A et B se remplissent d'huile, l'air de A se dégage par le tube *ik*, et celui de B se rend dans C par le tube *cdd'*, et se dégage par *ef*. Alors on repousse le bouton *l*, et l'on place sur l'extrémité supérieure de la lampe l'entonnoir (fig. 87), dont le bord le plus large s'emboîte sur le rebord T, et on renverse la lampe sur une burette dont le goulot reçoit le bec de l'entonnoir. L'huile du réservoir B descend dans le réservoir C par le tuyau *cdd*, et l'air rentre dans B par les tuyaux *mn* et *ab*, et sort de C par *ef*. Le liquide de A reste. Après quelques instans, on remet la lampe dans sa position primitive, on enlève l'entonnoir M, on le remplace par un collier à jour, que l'on voit dans la fig. 87 *bis*, et qui sert à porter la cheminée et le globe dépoli, que l'on place ordinairement autour de la flamme.

260. Lorsque la lampe a été une fois pleine d'huile on la remplit de nouveau par la même méthode, seulement il faut beaucoup moins d'huile parce que le réservoir B est plein. Pendant le renversement l'huile extravasée qui s'est rassemblée dans le vase D s'écoule.

261. On a prétendu que ces lampes étaient sujettes à dégorger par les variations de pression de l'atmosphère, et par les variations de température. C'est ce que nous allons examiner.

262. Considérons, pour plus de simplicité, la fig. 85, et supposons que la lampe ayant été remplie lorsque

la hauteur du baromètre était de 0 mètre 755 millimètres, il s'élève à 0 mètre 760 millimètres ; par conséquent que la variation soit de 5 millimètres, c'est une variation très-grande, et qui se manifeste rarement dans le court intervalle que la lampe reste remplie, où qu'elle brûle, mais pour fixer les idées admettons-la ; et supposons en outre que les réservoirs A, B et C renferment de l'air et de l'huile, c'est le cas ordinaire. La pression extérieure se manifestera sur l'huile qui existe dans le tube *e f* et dans le tube *m n*, et ne se manifestera que là, puisqu'ils sont ouverts et que ce sont les seuls. Ces pressions feront monter de l'air dans le vase A, et descendre une certaine quantité d'huile dans le vase B, et en même temps une certaine quantité d'air passera de B en C ; ces mouvemens intérieurs cesseront quand la force élastique de l'air de A, de B et de C sera devenue suffisante ; ainsi il y aura introduction d'une certaine quantité d'air dans A, de liquide dans B et d'air dans C ; sans que le niveau de l'huile dans *ef* change. C'est ce que l'on peut d'ailleurs reconnaître d'une autre manière ; en effet, lorsque la pression de l'air extérieur augmente, celle de l'air intérieur devient trop petite : or, l'air de B ne peut être comprimé que par la chute de l'huile qui en diminue le volume, et celui qui est dans les réservoirs A et C ne peut augmenter de force élastique que par une nouvelle introduction d'air, puisque aucune portion de liquide ne peut s'y introduire, et qu'au contraire l'air extérieur peut entrer dans A, et l'air de B dans C. Lorsque, par

ces mouvemens de l'air et du liquide, les pressions sont devenues ce qu'elles auraient été si l'appareil eût été rempli sous la pression barométrique nouvelle, il est évident que la hauteur du liquide dans *ef* au-dessus du point *e* sera la même qu'avant, puisque cette hauteur est égale à la distance *np*. Ainsi, par l'élévation du baromètre, le niveau de l'huile dans *ef* ne change pas, il y a seulement une portion d'huile du vase A qui s'écoule infructueusement dans le vase B, et cette quantité est très-petite; car les volumes de l'air et des gaz étant en raison inverse des forces qui les compriment, l'air renfermé dans le vase B ne diminuera de volume que dans le rapport des nombres 760 à 755, et celui du vase A augmentera dans le même rapport.

263. Mais si la pression barométrique, après avoir été plus grande qu'elle n'était d'abord, s'abaissait, les conséquences ne seraient plus les mêmes, et le niveau de l'huile dans le tube *ef* s'élèverait nécessairement ; car l'air des vases A, B et C est tout-à-fait sans issue; et il ne peut se dilater dans le premier qu'en refoulant de l'huile dans B; dans le second, qu'en faisant passer de l'air dans C, et dans ce dernier, qu'en faisant monter de l'huile dans *ef*. Si on considère la capacité du tube *ef* comme très-petite, relativement à celle des réservoirs, et si le tube *ef* est très-long, son niveau devra s'élever jusqu'à ce que le poids de l'huile fasse équilibre à la différence entre la pression extérieure et la pression intérieure, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'elle fasse équilibre à une colonne de mercure de 5 millimètres. Or, le poids de l'huile est à peu près à celui de l'eau comme 9 est

à 10, et celui de l'eau est à peu près 13 fois et demie plus petit que celui du mercure. Par conséquent, pour faire équilibre à une colonne de mercure de 5 millimètres, il faudrait une colonne d'eau 13 fois et demie plus élevée, ou de 67 millimètres et demi, et une colonne d'huile de 73 millimètres 2.

264. Nous venons de supposer que le tube *ef* était très-long; mais il est très-court dans la lampe de Gérard : du moins il n'y a que quelques millimètres du niveau de l'huile à ses bords supérieurs. Ainsi il y aura une certaine quantité d'huile qui s'extravasera par ses bords et tombera dans le réservoir : cette quantité sera égale à la dilatation que l'air éprouvera pour être ramené à la pression qu'il aurait si l'appareil n'eût pas éprouvé l'influence d'une pression plus considérable; et cette quantité sera très-petite, car l'augmentation de volume est dans le rapport des nombres 755 à 760.

265. L'influence des variations de température est absolument semblable à celle des variations du baromètre. En effet, quand la température augmente, l'air renfermé dans l'appareil augmente de force élastique, et il faut nécessairement que l'huile s'élève dans *ef* à une grande hauteur, pour que le poids de cette colonne d'huile fasse équilibre à l'augmentation de force élastique de l'air intérieur, ou qu'il s'extravase pour augmenter le volume de l'air intérieur. Quand au contraire la température baisse, l'air intérieur diminue de force élastique; de l'air entre par *mn*, une partie du liquide de A s'écoule en B,

une partie de l'air de B passe en C, et le niveau de f reste constant. Mais dans les variations de température, les effets produits sont beaucoup plus considérables que pour les variations barométriques. Pour une variation de 20°, qui est très-ordinaire en hiver, lorsque les lampes ont été remplies dans un lieu froid, et qu'elles sont portées dans un salon échauffé, la quantité d'huile extravasée peut aller jusqu'à $\frac{1}{11}$ du volume de l'air de l'appareil, ou à peu près la même fraction du volume d'huile qui était destiné à la consommation.

266. En résumé, les lampes de Gérard sont soumises aux variations du baromètre et du thermomètre. Une augmentation de pression ou un abaissement de température produisent seulement un écoulement de l'huile de A en B; mais le niveau de l'huile dans ef reste constant. Au contraire, une diminution dans la pression du baromètre ou une élévation de température produisent toujours un écoulement d'huile par les bords du bec : cette quantité de liquide est beaucoup plus considérable pour les variations de température que pour celles du baromètre, parce que les premières peuvent être beaucoup plus grandes.

267. Ces influences ne peuvent point être détruites par quelques dispositions particulières, attendu que nécessairement, par le principe même de la lampe de Gérard, une partie de la capacité intérieure de la lampe est occupée par de l'air. Ces influences, comme nous l'avons vu, sont assez petites; et on peut rendre complètement nul leur effet sur la durée de l'alimentation,

en augmentant la capacité des réservoirs. Si, par exemple, ils ont une capacité suffisante pour alimenter la combustion pendant 10 heures, l'écoulement de $\frac{1}{10}$ de ce volume permettrait encore un éclairage pendant près de 9 heures, ce qui serait bien suffisant pour les plus longues soirées d'hiver.

268. La lampe de Gérard, quoique connue depuis long-temps, ne s'est point répandue; cela tient beaucoup moins aux influences dont nous venons de parler, qu'à sa complication et à la nature de son mécanisme, qui n'est connu et compris de presque aucun des ouvriers qui les construisent sur un patron. D'ailleurs, dans toutes celles qui ont été fabriquées jusqu'ici, on a appliqué la peinture et les ornemens sur l'enveloppe des réservoirs; par conséquent, toutes les fois qu'il était nécessaire de les démonter pour les nettoyer ou souder des tuyaux qui perdaient, on y renonçait, parce qu'il aurait fallu faire peindre la lampe de nouveau.

269. Je pense que si on les enveloppait d'une chemise sur laquelle on appliquerait la peinture et les ornemens, et si on leur adaptait les nouveaux becs en cuivre, ces lampes, qui sont réellement d'un très-bon usage, malgré les variarions qu'elles éprouvent par celles du baromètre et du thermomètre, pourraient être remises utilement en circulation.

270. M. Caron, lampiste, rue du Faubourg-Saint-Denis, n° 60, a fait à ces lampes quelques perfectionnemens assez importans. C'est à lui qu'est dû le mode de fermeture du tube *ik* (fig. 87), dont nous avons

donné la description. On trouve chez lui des lampes de Gérard construites avec beaucoup de soin.

271. *Lampes de Keir, de Lange, de Verzi et de Thilorier.* Nous réunissons ces lampes dans le même article, parce que toutes sont fondées sur le même principe. Nous donnerons peu de détails sur les premières, parce qu'elles n'ont point réussi, mais nous examinerons au contraire avec beaucoup de soin la dernière, parce qu'elle commence à être très-répandue.

272. Le principe d'hydrostatique commun à toutes ces lampes, peut s'énoncer ainsi. Soit ABC (fig. 88) un siphon renversé, ouvert par les deux bouts, et renfermant deux liquides différens, n'ayant aucune action chimique l'un sur l'autre, ne pouvant pas se mélanger, et ayant une grande différence de pesanteur spécifique : tels que de l'eau et de l'huile, une dissolution saline et de l'huile, du mercure et de l'huile, etc.; soit enfin *c* la surface de séparation des deux liquides : si par ce point on mène une ligne horizontale *mn* dans la position d'équilibre, les hauteurs *ab* et *cd* des deux liquides au-dessus de *mn*, seront en raison inverse de leur pesanteur spécifique. Si par exemple le liquide renfermé dans AB est 2 fois plus pesant que celui qui est contenu dans BC, la colonne *cd* devra être 2 fois plus longue que la colonne *ab*, et cela, quels que soient la forme et les rapports de dimensions des tubes AB et BC, pourvu qu'ils ne soient pas capillaires : car la loi précédente éprouverait alors une modification due à la capillarité des tubes.

273. D'après cela, si on dispose un appareil (fig. 89)

composé d'un réservoir A, communiquant avec la partie inférieure d'un autre réservoir B, au moyen d'un tube *a b*; et si on adapte à la partie supérieure de ce dernier un tube *c d* qui s'élève au-dessus du réservoir A, il est évident que le réservoir A ainsi que le tube *a b* étant remplis par un liquide plus pesant que l'huile, et le réservoir B étant rempli d'huile, le liquide de A descendra dans B, et fera monter l'huile dans le tube *c d* à une hauteur *e* telle que le poids de la colonne d'huile *e f* soit égal au poids de la colonne liquide *f h*. Si l'huile se consomme à l'extrémité *e*, une quantité correspondante de liqueur descendra en B, et maintiendra l'extrémité de la colonne d'huile sensiblement au même point. Je dis sensiblement et non pas exactement, car à mesure que le liquide de A s'écoule en B, le niveau supérieur de ce liquide baisse en A et monte en B; par conséquent la longueur de la colonne de ce liquide qui pèse sur l'huile se raccourcit. Mais on peut, en fermant le vase A et y adaptant un tube *mn*, rendre fixe le haut de cette colonne; il ne reste plus alors que les variations qui proviennent de l'élévation de ce liquide dans B; mais l'influence de cette ascension du liquide dans B serait très-petite, si ce vase était très-large. En effet, supposons que le liquide de A ait une pesanteur spécifique qui soit à celle de l'huile comme 4 est à 3, et que le liquide de A, écoulé jusqu'à ce que son niveau soit au point *n*, ait monté son niveau en B de 10 millimètres, le raccourcissement de la colonne d'huile à partir du niveau *f* de séparation des deux liquides sera de 10 millimètres multipliés par 4/3, ou de

13 millimètres 3. Mais le niveau inférieur *f* a monté de 10 millimètres par hypothèse, par conséquent l'abaissement effectif de l'huile au-dessous du point *e* sera seulement de 3 millimètres 3. Il sera donc beaucoup plus petit que l'élévation de niveau du liquide pesant en B, et ce dernier sera évidemment d'autant plus petit pour le même volume d'huile, que le diamètre B sera plus grand.

274. Keir prit, en 1787, une patente à Londres, pour la fabrication des lampes d'après le principe que nous venons d'exposer. Lange et Verzi prirent également en France des brevets d'invention pour le même objet; le premier en 1804, et le second en 1810. Keir employait une dissolution saline; Lange, de la mélasse; Verzi, du mercure. Aucun de ces appareils n'a réussi: ou parce que les liquides employés n'étaient pas convenables, la mélasse n'avait pas assez de fluidité, et le mercure altérait l'huile et était altéré par elle: ou parce que le mécanisme employé pour faire remonter le liquide de B en A était trop compliqué. On peut voir la description des lampes de Lange et de Verzi dans le tome 8 des Brevets d'Invention.

275. Dans ces appareils on ne pourrait pas employer de l'eau, parce que sa densité excédant de trop peu celle de l'huile; il faudrait donner à la lampe une hauteur démesurée, pour que la différence des deux colonnes fût suffisante pour placer le bec. En effet, la densité de l'eau étant 1, celle de l'huile à brûler ordinaire est 0,9; par conséquent la longueur de la colonne d'huile serait à celle de l'eau comme 10 est à 9; et comme

il faudrait que la différence fût au moins de 15 centimètres pour que l'on pût placer le bec et un volume d'eau équivalent à l'huile que l'on brûlerait dans une soirée, il faudrait que la hauteur de la lampe fût de neuf fois 15 centimètres ou 135 centimètres, plus de 4 pieds. Il est donc indispensable d'employer un liquide plus pesant.

276. La lampe de M. Thilorier, fondée sur les mêmes principes que celles dont nous venons de parler, ne présente aucun des inconvéniens qui les ont fait oublier. Nous en donnerons une description détaillée.

277. Le liquide auxiliaire employé par M. Thilorier est une dissolution de sulfate de zinc dans un égal poids d'eau. Cette dissolution ne cristallise point lorsqu'elle n'est point en contact prolongé avec l'air. Elle supporte un froid de 8 degrés sans se congeler ni déposer de cristaux. Elle n'attaque point le fer-blanc. Du moins, j'ai fait dessouder devant moi une des premières lampes qui avaient été construites, et j'ai trouvé le fer-blanc parfaitement intact sur le fond du réservoir B ; et en faisant chauffer cette dissolution avec des fragmens de fer-blanc, j'ai remarqué qu'ils n'ont éprouvé aucune altération, et qu'il ne s'est point dégagé de gaz hydrogène. Elle n'altère point l'huile et n'en éprouve aucune altération ; car une expérience de plus de dix mois n'a laissé apercevoir aucune variation dans sa densité, ni dans la lumière qui résulte de la combustion de l'huile. La densité de cette substance, comparée à celle de l'huile, est de 1,57 : par conséquent le rapport des hauteurs

des colonnes de cette dissolution et d'huile qui se font équilibre sont entre elles, dans le rapport des nombres, 100 et 157 (1).

278. La figure 90 A, présente une coupe de la lampe de M. Thilorier, qui laisse apercevoir tous les détails dont elle est composée. A est le réservoir de la dissolution de sulfate de zinc. B le réservoir d'huile. *ab* le tube par lequel descend la dissolution de sulfate de zinc. *cd* le tube dans lequel l'huile s'élève, et qui se termine par le bec de la lampe. *hik* est un tube qui conduit l'huile qui s'extravase, dans le réservoir mobile M, dont la fig. 90 C représente la perspective. *mn* est le tube à air destiné à régler le niveau du liquide de A : la fig. 90 B en pré-

(1) On sait que la densité d'un liquide est égale au nombre de fois que le poids d'un volume quelconque de ce liquide contient celui d'un égal volume d'eau. Par conséquent, pour déterminer la densité d'un liquide, il suffit de peser successivement une même mesure de ce liquide et d'eau ; le rapport du premier au second poids sera la densité cherchée. Je me suis servi pour faire cette expérience d'un flacon fermé d'un bouchon à l'émeri, le flacon videpesait 90 grames : plein de dissolution de sulfate de zinc 133 g 2 et plein d'eau 120 g 2. Par conséquent les poids des mêmes volumes d'eau et de dissolution étaient dans le rapport de 30 g 2 à 43 g 2, ou dans le rapport de 1 à 1, 43. Ce flacon ayant été ensuite rempli d'huile, il pesait 117, 5 et en déduisant le poids du flacon de 90 g, il restait 27 g 5 pour le poids de l'huile. La densité de ce dernier liquide rapportée à l'eau était donc 27 g 5 divisé par 30 g 2 ou 0, 91, et la densité du sulfate de zinc comparé à l'huile était par la même raison égale à 43 g 2 divisé par 27 g 5 ou à 1, 57.

J'ai encore vérifié ce dernier rapport au moyen d'un tube recourbé dans lequel j'ai placé l'huile d'un côté, et la dissolution de sulfate de zinc de l'autre, j'ai trouvé que les hauteurs de ces deux liquides étaient exactement dans les rapports de 1 à 1, 57.

sente une coupe sur une plus grande échelle; en le soulevant, on met en communication l'air de A avec l'air atmosphérique; on peut le maintenir soulevé au moyen d'une petite tige *tu*, qui est fixée au tube, et qu'on appuie contre les bords de la douille *xy*; lorsqu'on veut arrêter cette communication, on tourne le tube jusqu'à ce que la tige *tu* se trouve en regard d'une rainure pratiquée dans la douille; alors le tube s'enfonce et ferme toutes les issues qui se trouvaient autour de lui.

279. Pour placer, une fois pour toutes, le sulfate de zinc dans le réservoir A, et pour remplir journellement la lampe, on se sert d'un entonnoir PQ (fig. 91), dont la partie inférieure est circulaire et garnie en dedans de cercles de cuir *pq*; il doit entrer à frottement libre sur le bec N, et on doit l'enfoncer jusqu'à ce que la petite plaque circulaire *r*, garnie d'un cuir et fixée dans l'intérieur de l'entonnoir, vienne s'appuyer sur les bords du cylindre intérieur du bec, qu'elle ferme exactement. L'entonnoir étant ainsi placé, sa capacité ne communique qu'avec l'intervalle qui sépare les deux surfaces cylindriques du bec. Alors on soulève le tube à air, et on fait reposer la tige *tu* (fig. 90 B) sur les bords de la douille dans laquelle passe le tube; on verse ensuite la dissolution de sulfate de zinc; elle passe à travers l'épaisseur du bec, et arrive dans le réservoir B, dont l'air se dégage par le tube à air *mn* et par l'intervalle qui le sépare de sa douille; ensuite on verse l'huile jusqu'à ce que l'entonnoir reste plein et n'en débite

10

plus; à cet instant tout le sulfate de zinc est refoulé dans le vase A. En effet, si le niveau de l'huile était en *e*, elle ferait équilibre à une colonne de sulfate de zinc dont le sommet serait en *n*; et si on élève le niveau de l'huile d'une quantité suffisante pour que cet excédant de pression soutienne la colonne de sulfate de zinc *nz*, il est évident que ce liquide sera refoulé jusqu'en *z*. Or la hauteur de l'entonnoir est déterminée de manière à produire cet effet. Lorsque l'huile cesse de s'écouler, on replace le tube à air, et on soulève doucement l'entonnoir de manière à ne déboucher que le tuyau central du bec; la plus grande partie de l'huile restée dans l'entonnoir s'écoule par le centre du bec, et passe par le tuyau *hik* dans le réservoir M; on enlève ensuite entièrement l'entonnoir, et le reste de l'huile s'écoule par les bords extérieurs du bec, et arrive de même dans le réservoir M.

280. Cet appareil se recouvre d'une chemise en tôle que l'on fixe au moyen d'un arrêt à baïonnette; on place à la naissance du bec une gorge à jour, et sur le bec un porte-mèche à chariot qui renferme une galerie pour placer la cheminée, et à sa base un support sur lequel repose le globe dépoli qui environne la flamme : la lampe a alors l'aspect de la figure 92.

281. Lorque après s'être servi de la lampe on veut la regarnir d'huile, on soulève la chemise pour prendre le réservoir M, que l'on remet en place après l'avoir vidé, on enlève la gorge et le chariot du bec, on place l'entonnoir PQ, fig. 91, on soulève le bouton du tube

à air, pour faire reposer les tiges *tu* sur les bords de sa douille, et on verse l'huile; lorsque l'entonnoir reste plein, on abaisse le tube à air, on enlève l'entonnoir et on replace la chemise, la gorge et le chariot. La figure 93 représente la burette dont on se sert ordinairement, et dont le goulot est disposé pour recevoir l'entonnoir.

282. Nous avons dit que dans cette espèce de lampe, le niveau de l'huile dans le bec baissait pendant la combustion; on peut facilement calculer cet abaissement lorsqu'on connaît le diamètre du réservoir d'huile, et la consommation d'huile par heure; en effet, dans une des lampes de M. Thilorier, qui consomme 30 grammes d'huile par heure, le diamètre du réservoir inférieur est de 15 centimètres; par conséquent, après une combustion de 6 heures, la consommation sera de 180 grammes d'huile : or, un gramme d'eau occupe un volume égal à un centimètre cube, et comme la densité de l'huile est seulement 0,90, le volume occupé par ces 180 grammes sera 180 centimètres cubes divisés par 0,90 ou 200, puisque les volumes sont en raison inverse des densités ; mais la base du réservoir ayant 15 centimètres de diamètre, a 176 centimètres de surface; par conséquent 200 grammes d'huile occuperont une hauteur de 1c,13; ainsi par la combution de 180 grammes d'huile, il sera descendu dans le réservoir une quantité de dissolution de sulfate de zinc qui s'élèvera à peu près à 1 centimètre 13, ou 11 millimètres 3; la longueur de la colonne de sulfate de zinc se trouvera donc raccourcie de cette quantité; par conséquent, la colonne d'huile

se trouvera raccourcie de 11 millimètres 3, multipliés par la densité de cette dissolution, par rapport à l'huile, c'est-à-dire par 1,57 ou de 17, millimètres 7. Mais comme en même temps elle se trouvera relevée de 11 millimètres 3, l'abaissement effectif ne sera que de 6 millimètres 4. Cet abaissement est très-faible, surtout si on le compare à celui des lampes sinombres et astrales, qui va souvent de 20 à 25 millimètres. Nous verrons d'ailleurs qu'il y a dans cette lampe des compensations qui rendent l'influence de l'abaissement du niveau beaucoup plus faible que dans les autres.

283. Le calcul des dimensions relatives des différentes parties de la lampe de Thilorier peut se faire d'une manière très-simple; en effet, supposons qu'il s'agisse de construire une lampe pour y appliquer un bec qui consommerait 30 grammes d'huile par heure; la lampe devra contenir 210 grammes d'huile pour une soirée de 7 heures, et comme la densité de l'huile est à celle de l'eau comme 0,911 est à 1, et qu'un centimètre cube d'eau pèse 1 gramme, la lampe devra contenir à peu près 230 centimètres cubes d'huile. Ainsi le réservoir B, et la capacité du réservoir A, de *n* en *z*, devront avoir 230 centimètres cubes de capacité. Si on donne en même temps la hauteur que doit avoir la lampe, on déterminera la distance du point *n*, à la partie inférieure du réservoir B, au moyen des densités de l'huile et de la dissolution de sulfate de zinc, qui sont 1 et 1,54; alors on prendra pour le réservoir B la plus grande largeur que la forme de la lampe pourra

permettre ; on calculera sa hauteur de manière que sa capacité soit de 230 centimètres cubes, et on fera les mêmes calculs pour le réservoir A, mais on commencera par prendre au-dessous du bec la hauteur à laquelle le réservoir A peut s'élever sans gêner l'entrée de l'air, et de manière que le godet qui le termine ait une capacité suffisante : on aura alors le point *z*, et par conséquent la hauteur *n z*, qui est celle d'un cylindre qui doit avoir 230 centimètres cubes de capacité, et dont on déterminerà facilement le diamètre. On ne peut pas diminuer indéfiniment la hauteur de la lampe, car il faut que la différence de hauteur des deux colonnes soit égale à la distance plus *n z*, plus la hauteur du bec, et la hauteur du bec doit toujours être au moins de 7 à 8 centimètres, et *n z* ne peut être diminué qu'autant que l'on augmente le diamètre de A, ce qui ne peut avoir lieu que dans de certaines limites.

284. Les lampes de M. Thilorier peuvent recevoir des formes différentes. La figure 94 présente une des plus élégantes ; le socle seul est recouvert d'une chemise mobile pour pouvoir enlever le vase qui reçoit l'huile extravasée.

285. M. Thilorier a appliqué à ces lampes 4 calibres de becs différens. Lorsque nous comparerons entre elles les différentes lampes qui existent, nous donnerons le résultat des expériences que nous avons faites, et nous leur assignerons la place qu'elles occupent dans le système de l'éclairage.

LAMPES A MOUVEMENS DE PENDULE.

286. Ces lampes; qui versent continuellement sur la mèche une quantité d'huile supérieure à celle qui est consommée, ont un grand avantage sur les autres, car elles brûlent l'huile d'une manière bien plus productive, et l'intensité de la lumière est beaucoup plus constante.

287. Ce sont MM. Carcel et Carreau qui eurent les premiers l'idée de cette ingénieuse application des mouvemens d'horlogerie. Depuis, MM. Gagneau, Gotten et plusieurs autres, ont employé des mécanismes plus ou moins ingénieux pour produire le même effet.

288. Dans toutes ces lampes, la partie inférieure du pied de la lampe est occupée par la machine motrice; immédiatement au-dessus, se trouve le réservoir d'huile au fond duquel se trouve un système de pompe, ou une machine équivalente qui est mise en mouvement par le moteur placé au-dessous, et qui fait monter l'huile dans un petit tuyau qui aboutit à la partie inférieure du bec; l'huile en excès retombe par les bords extérieurs du bec dans le réservoir.

289. Ces lampes sont susceptibles de recevoir des formes très-élégantes, parce que, le cylindre creux qui les supporte ne devant renfermer qu'un très-petit tuyau, on lui donne les dimensions que l'on veut; il n'en est point ainsi des lampes à pompes, et des différentes lampes hydrostatiques. Les formes qui sont

maintenant le plus généralement employées sont représentées dans les fig. 95 et 96.

290. Le mécanisme de M. Carcel consiste en une pompe à piston horizontal et à double effet; celui de M. Gagneau est un appareil nouveau; celui de M. Gotten est la pompe connue sous le nom de pompe des prêtres. Nous décrirons seulement la pompe de M. Carcel, et l'appareil complet de M. Gagnau.

291. La pompe employée par M. Carcel consiste en un vase quadrangulaire (fig. 96) au centre duquel se trouve un corps de pompe, parcouru par le piston M; au-dessus du corps de pompe se trouve un espace N, communiquant avec un tuyau d'ascension TU qui aboutit au bec; la paroi commune au corps de pompe et à cet espace est percée à ses extrémités de deux ouvertures *a* et *b*, garnies de soupapes qui s'ouvrent de bas en haut. Au-dessous du corps de pompe se trouvent deux autres chambres P et Q, ne communiquant pas entre elles; la paroi supérieure de ces deux chambres est percée de deux ouvertures libres *c* et *d*; enfin, la paroi inférieure de ces deux dernières chambres est percée de deux ouvertures *e* et *f*, garnies de soupapes qui s'ouvrent de bas en haut. Le piston M est mis en mouvement par une tige *x y*, qui passe à travers une boîte à cuir fixée dans la paroi AC. Cet appareil est placé dans le réservoir d'huile, au-dessus de l'espace occupé par le mouvement d'horlogerie; ce dernier communique un mouvement de rotation à une manivelle horizontale, à l'extrémité de laquelle est fixée l'extrémité *x* de la tige du piston : la partie extérieure de cette tige

étant à charnière, la rotation de la manivelle imprime au piston un mouvement alternatif. Quand le piston se meut de A en B, l'huile qui est en S ne pouvant pas pénétrer dans la chambre P qui est pleine, et dont la soupape *f* est fermée par la pression même que le liquide éprouve, soulève la soupape *b*, et passe dans la chambre N; en même temps le vide que tend à produire en R le mouvement du piston fait fermer la soupape *a* et ouvrir la soupape *e*, par laquelle les chambres Q et R se remplissent. Quand le piston retourne, la soupape *a* se lève, et l'huile de la chambre R passe en N. Ainsi l'introduction de l'huile en N et dans le tuyau d'ascension a lieu pendant les deux mouvemens du piston; et par conséquent l'ascension de l'huile a lieu sans intermittence. Dans ces lampes, le remontoir est placé sous la lampe.

292. *Lampe de Gagneau.* Cette lampe, que son auteur a désignée sous le nom d'aglaphos, est disposée comme celle de Carcel; mais le mécanisme qui produit l'ascension de l'huile est très-différent. Comme il est simple et très-ingénieux, nous en donnerons une description détaillée, puisée dans les Annales de l'industrie nationale et étrangère, tome 4.

293. La fig. 97 représente la coupe du mécanisme intérieur, indépendamment du système de rouage qui le met en mouvement. ABCD est la partie supérieure du fût de la colonne, qui constitue le réservoir d'huile; EF est un petit réservoir d'air; I, I sont deux cylindres d'une petite hauteur, fixés à la partie inférieure du réservoir d'huile et d'air, qui sont fermés

inférieurement par du taffetas gommé fortement serré contre leur circonférence. Les espaces I, I communiquent avec le réservoir d'huile par de petites ouvertures fermées au moyen des soupapes *a*, *a*, qui s'ouvrent de haut en bas; ils communiquent aussi avec le réservoir d'air EF au moyen des ouvertures fermées par les soupapes *b*, *b* qui s'ouvrent de bas en haut; au fond supérieur du réservoir d'air est soudé un tuyau vertical HG, dont l'extrémité inférieure G est située à une très-petite distance du fond du réservoir, et dont l'extrémité supérieure aboutit à la partie inférieure du bec. Supposons maintenant que l'on introduise de l'huile dans le réservoir jusqu'à une hauteur quelconque *ff*, et supposons que par un moyen quelconque on presse alternativement de bas en haut les surfaces flexibles *c*, *c*, il est évident que, pendant cette pression qui diminue les capacités des deux petits réservoirs, l'huile qui y est renfermée ne pourra pas repasser dans le réservoir d'huile, puisque les soupapes *a*, *a* ne pouvant s'ouvrir que de haut en bas, la pression les fermera; ce liquide ne pourra s'échapper que par les soupapes *b*, *b*, et s'introduira dans le réservoir d'air EF; lorsque la pression aura cessé, l'huile du réservoir ABCD, qui peut s'introduire librement dans ces petits tambours, ramènera les surfaces *c c* à leur position primitive. Ainsi, pendant la pression, une partie de l'huile des tambours passe dans le réservoir d'air, et dans l'intervalle des deux pressions, chacun d'eux se remplit d'huile; l'introduction de l'huile dans le réservoir d'air sera continue, parce que les pressions des deux tambours sont

alternatives. Cette accumulation continuelle de l'huile dans le réservoir d'air, en diminuant le volume qu'il occupe, augmente sa force élastique, et la pression qui en résulte sur la surface de l'huile la fait monter dans le tube HG. Lorsque l'huile est arrivée au sommet du bec, elle est injectée dans la mèche; une partie alimente la combustion, tandis que l'autre retombe dans le réservoir d'huile pour remonter encore.

294. Les soupapes *a*, *a*, *b*, *b*, sont disposées d'une manière très-simple; elles sont formées par de petites bandes de taffetas gommé qui recouvrent les ouvertures : elles sont placées en dessus lorsqu'elles doivent s'ouvrir de bas en haut, et en dessous quand elles doivent s'ouvrir par une pression en sens contraire. Le réservoir d'air est environné de toutes parts par un filtre *g* qui ne permet qu'à l'huile très-limpide de pénétrer dans les tambours, et de là dans le réservoir d'air et dans le bec.

295. Reste maintenant à décrire le mécanisme qui produit la pression alternative sur les deux surfaces flexibles *c*, *c*. Il se compose d'un barillet renfermant un ressort et portant à sa circonférence une roue dentée, dont on voit quelques dents en B ; son centre est en C; son axe porte un carré qui sert à remonter le ressort au moyen d'une clef de pendule; D est le rochet du remontoir ; E, son cliquet; F, le ressort qui appuie continuellement sur le cliquet.

296. La roue B du barillet engrène dans le pignon G qui porte deux roues dentées HH, II; la première engrène dans le pignon J qui porte une roue K qui en-

grène dans la vis sans fin L ; cette dernière porte un volant M qui règle la vitesse du mouvement.

297. La roue I, dont les dents sont angulaires, fait mouvoir alternativement les deux bras *a*, *a* d'un levier mobile autour du point *b*; ce levier porte deux oreilles *c* et *d*, qui font mouvoir deux autres leviers *e*, *f*; chacun de ces derniers porte une pièce en forme de champignon, qui presse alternativement le taffetas qui sert de fond à chacun des deux tambours.

CHAPITRE V.

ÉCLAIRAGE PAR LES GAZ.

298. Dans tous les différens modes d'éclairage, la flamme est uniquement due à la combustion des gaz. Ainsi, dans le fait, tous les éclairages sont produits par les gaz combustibles ; mais on désigne particulièrement sous le nom d'éclairage au gaz, celui qui a lieu avec des gaz formés d'avance.

299. La première idée de l'éclairage au gaz est due à un ingénieur français nommé Lebon. Il obtenait le gaz combustible en distillant du bois en vases clos. Son appareil, qu'il désignait sous le nom de thermo-lampe, fournissait en même temps du gaz pour l'éclairage, du charbon de bois, et de la chaleur nécessaire au chauffage des étuves, des appartemens. Mais comme le gaz qu'il obtenait n'était pas assez chargé de charbon, il donnait peu de lumière, et le thermo-lampe n'eut point de succès.

300. Lebon avait indiqué la houille comme devant fournir un meilleur gaz que le bois; mais ce fut en Angleterre qu'on fit les premiers essais de l'éclairage en grand au moyen du gaz extrait de la houille.

301. Aujourd'hui on emploie dans l'éclairage, les gaz que l'on extrait de la distillation de la houille et

des différentes matières grasses. Ces gaz sont en général formés d'hydrogène plus ou moins carboné, d'oxide de carbone, et quelquefois de plusieurs autres gaz dont les uns sont combustibles et les autres tout-à-fait impropres à la combustion. Les deux premiers sont les seuls qui contribuent réellement à l'éclairage; les autres sont presque toujours nuisibles, et il est souvent important de s'en débarrasser avant de livrer le mélange à la combustion. Le gaz hydrogène carboné est celui qui contribue le plus à donner de l'éclat à la lumière, et cela, d'autant plus qu'il est plus carboné.

302. Le gaz préparé soit par la houille, soit par les matières grasses, est souvent conduit au lieu de sa combustion par des canaux; quelquefois il est transporté à domicile dans des vases métalliques hermétiquement fermés.

Nous examinerons successivement la préparation du gaz de la houille, celle du gaz des matières grasses, les appareils destinés à transmettre les gaz aux lieux de leur consommation, enfin les différens appareils de combustion.

PRÉPARATION DU GAZ DE LA HOUILLE.

303. Cette préparation consiste 1° à distiller la houille dans des vases clos; 2° à liquéfier les vapeurs entraînées par les gaz; 3° à épurer les gaz; 4° à les réunir sous de grandes cloches qu'on désigne sous le nom de gazomètres.

304. La houille est une substance composée d'une

grande quantité de charbon et d'une substance bitumineuse formée d'oxigène, d'hydrogène, de carbone et d'azote. Cette dernière est décomposée par l'action de la chaleur, et produit de l'hydrogène carboné, de l'oxide d'azote, de l'acide carbonique, de l'ammoniaque, de l'eau, et une matière analogue au goudron qui s'extrait des bois résineux; et comme la plupart des houilles renferment du sulfure de fer, il se produit en outre de l'hydrogène sulfuré. Les deux premiers gaz, comme nous l'avons dit, sont seuls utiles à la combustion; il est donc important de se débarrasser des autres. L'eau, le goudron et l'ammoniaque se déposent par le seul refroidissement. L'acide hydrosulfurique, dont la respiration serait très-dangereuse, et que la combustion transformerait en acide sulfureux d'une odeur piquante et désagréable, doit être enlevé avec soin, en faisant passer les gaz à travers de la chaux qui absorbe en même temps une grande partie de l'acide carbonique : il ne reste plus alors avec les gaz réellement utiles, qu'une petite quantité d'acide carbonique, qui ne joue aucun rôle dans la combustion, qui est sans odeur, et n'a que l'inconvénient de délayer les gaz combustibles. Les gaz ainsi purifiés par le refroidissement et leur contact avec la chaux, se rendent sous de grandes cloches pleines d'eau, qui reposent dans des réservoirs pleins du même liquide : ces cloches sont suspendues par des chaînes dont les extrémités sont chargées d'un poids égal à celui de la cloche, afin que le gaz, en arrivant sous la cloche, puisse facilement la soulever et s'y loger sans être soumis à une

trop grande pression. Tel est l'ensemble des opérations qui constituent la fabrication du gaz de la houille. Ce gaz épuré est désigné en Angleterre sous le nom de *gaz-light*. Nous allons maintenant examiner en détail chacune de ces opérations.

305. *Appareils de distillation.* Les vases dans lesquels on place la houille pour la soumettre à la distillation, sont ordinairement désignés sous les noms de *cornues*, *retortes* ou *cylindres*; ils doivent être en fonte. C'est la seule substance que, jusqu'ici, on ait reconnue propre à cet usage : elle présente cependant de graves inconvéniens. La fonte se ramollissant par l'action de la chaleur, on ne peut soumettre le gaz qu'à une faible pression; autrement le vase se gonflerait comme une vessie et crèverait. Le métal est altéré extérieurement par le concours de la chaleur et de l'air qui l'oxident, et, à l'intérieur, par le charbon qui se combine avec lui. Mais les autres métaux présenteraient de plus graves inconvéniens encore : un grand nombre sont trop fusibles, les autres sont trop chers, ou s'altèrent encore plus que la fonte.

306. La fonte la plus avantageuse pour les vases distillatoires est la fonte grise : la fonte blanche est trop cassante; la fonte grise au contraire est ductile, plus tenace; que la première, et, se figeant moins vite dans le moulage, forme des vases plus homogènes; la fonte de seconde fusion convient mieux que celle de première, parce qu'elle est mieux épurée. Les défauts qu'on rencontre le plus ordinairement dans les vases distillatoires sont les *soufflures* et les *gouttes froides*. Les

soufflures sont des cavités plus ou moins grandes qui se forment par le dégagement des gaz dans la masse de fonte au moment de la coulée, ou par l'interposition de quelques matières étrangères; les gouttes froides sont des fissures presque invisibles qui proviennent de ce que la surface de la fonte s'est refroidie en certains endroits assez rapidement pour ne pas faire corps avec celle qui a été superposée. On peut reconnaître les soufflures en frappant toute la surface du cylindre avec un petit marteau : sur les soufflures on entend un son différent. On peut reconnaître les gouttes froides en remplissant le cylindre d'eau, fermant toutes les ouvertures, et comprimant ce liquide à l'aide d'une pompe foulante : l'eau jaillit par les fissures.

307. La forme des vases est un objet d'une haute importance. Pour être la meilleure possible, elle doit satisfaire à plusieurs conditions : 1° la dilatation doit se faire le plus également possible; 2° elle doit présenter une grande étendue au foyer. La première condition exclut les vases des formes anguleuses, parce que le métal est toujours plus épais dans les angles; la seconde exclut les vases de forme circulaire, parce que ce sont ceux qui, pour la même capacité, ont le moins de surface. Les formes de vases les plus généralement employées sont des cylindres aplatis, dont la section est représentée figure 100 : en Angleterre on leur donne la forme figure 101; la partie inférieure est concave.

308. Ces cylindres sont fermés par la partie inférieure et ouverts en avant; cette ouverture doit rece-

voir une plaque qui les ferme hermétiquement. Comme cette fermeture doit se faire avec beaucoup d'exactitude, et que c'est seulement la partie inférieure du cylindre qui, étant seule exposée au feu, se détériore, on applique à l'extrémité du cylindre un prolongement qui doit recevoir la plaque, et sur lequel est placé le tuyau de dégagement des gaz. Cette tête du cylindre dure très-long-temps, et se place sur de nouveaux cylindres quand les premiers sont mis hors de service. Les figures 102 et 103 représentent une coupe verticale et une coupe horizontale de la disposition la plus ordinaire de ces têtes de cylindres. La tête B, de même calibre que le cylindre A, se fixe sur lui au moyen de deux brides CD fortement serrées par des boulons : les fissures sont remplies de lut formé de limaille de fer, de soufre et de sel ammoniaque. Cette tête renferme le tuyau E par lequel les gaz se dégagent, et une plaque qui se serre contre son ouverture au moyen d'une vis P qui passe à travers un écrou Q, placé au milieu d'une tige MN mobile verticalement autour du point M, et qu'on maintient horizontale à l'aide de la clavette *a*. Pour décharger le fourneau, on retire la clavette; on desserre la vis; la tige MN devient verticale, et l'ouverture du cylindre est libre.

309. *Fourneaux*. La figure 104 représente la coupe, et la figure 105 l'élévation, d'une des dispositions les plus commodes. Le fourneau renferme cinq cornues qui sont chauffées par trois foyers. L'espace occupé par ces cornues a la forme d'un four; il est terminé supérieurement par une voûte; et le sol inférieur est percé

de canaux D, D, par lesquels la flamme s'introduit dans cet espace. Les cornues sont soutenues par les deux extrémités qui pénètrent dans les murs de devant et de derrière. B, B, B sont les trois foyers; C, C, C, les cendriers; J, la voûte du four, qui doit être en briques très-réfractaires; I, I, I, des ouvreaux par lesquels la fumée du combustible se dégage; F, le conduit de fumée qui passe sur la voûte du four pour en maintenir la température. Par cette disposition, on peut changer les cylindres en démolissant seulement le mur de devant du fourneau, et sans toucher à la voûte.

310. Les fumées, à l'issue du fourneau, se rendent dans une cheminée très-élevée, et qui, autant que possible, doit être commune à tous les fourneaux de l'usine. Il faut alors que cette dernière ait une section égale à la somme des sections de tous les conduits particuliers qui y aboutissent. A Glascow, il y a un établissement dans lequel les fourneaux sont disposés circulairement autour de la cheminée commune : cette disposition est très-commode et très-élégante.

311. *Condensateurs.* La condensation des vapeurs aqueuses, ammoniacales et du goudron se fait dans tout le trajet que parcourent les gaz depuis les cornues jusqu'aux épurateurs. Le tuyau qui conduit les gaz s'élève d'abord verticalement, se recourbe, et descend dans un grand cylindre horizontal M (fig. 105) qu'on désigne sous le nom de *barillet.* Ce cylindre renferme du liquide jusqu'à une hauteur déterminée, et qui ne peut pas être dépassée, parce que le liquide excédant s'écoulerait par le tube recourbé O. Les tubes

conducteurs *m*, *m* plongent dans ce liquide d'un ou deux pouces, afin que, la capacité des cylindres cessant de communiquer avec les réservoirs de gaz quand les cylindres sont ouverts, le gaz, qui est toujours soumis à une certaine pression dans le gazomètre, ne sorte pas par les cylindres. Le gaz, à l'issue du barillet, sort par le tuyau N, se promène dans de longs tuyaux de fonte dans lesquels la condensation s'opère; les produits de cette condensation se réunissent dans une citerne; le barillet est qnelquefois disposé d'une manière différente, et se trouve à l'origine des tuyaux de condensation. (Fig. 107.)

312. *Épurateurs*. L'épuration a pour objet, comme nous l'avons dit, d'enlever l'hydrogène sulfuré, l'acide carbonique et le reste des vapeurs ammoniacales. Cette opération se pratiquait dans les premiers temps, en faisant passer les gaz successivement à travers du lait de chaux et de l'acide sulfurique étendu d'eau; le premier liquide étant renfermé dans un vase de fonte et le second dans un vase de plomb, le premier bain absorbait les acides hydrosulfurique et carbonique; le second, l'ammoniaque. Mais ce mode d'épuration avait de grands inconvéniens; il fallait sans cesse agiter le lait de chaux; car, par le repos, la chaux se précipitait et cessait d'agir sur le gaz; mais le plus grand était la pression qui en résultait; les cornues se détérioraient promptement, et il se manifestait souvent des pertes, principalement par les plaques des cornues. On y a renoncé, pour y substituer un mode d'épuration plus simple, mais qui n'agit pas si efficacement. On ne

fait plus agir que la chaux, et son action est moins immédiate que dans l'ancien procédé. Par conséquent on ne peut absorber que l'acide carbonique et l'hydrogène sulfuré; mais la petite quantité d'ammoniaque qui reste est tout-à-fait sans influence.

313. On soumet le gaz à l'action de la chaux de plusieurs manières. A Stokport, en Angleterre, on faisait passer le gaz dans de grands vases de fonte remplis de chaux éteinte : cette matière étant très-légère, le gaz passait facilement au travers sans éprouver de pression sensible ; mais le gaz se frayait des chemins, tassait assez la chaux pour qu'elle ne s'éboulât pas, et les parois de ces canaux étant bientôt saturées d'acide hydrosulfurique, l'épuration cessait d'avoir lieu; il fallait alors agiter ou changer souvent la chaux. M. Bérard, directeur de l'usine royale de Paris, a eu l'heureuse idée de remplir les vases épuratoires de foin humide non comprimé et saupoudré de chaux : la chaux se trouvant ainsi très-divisée; le gaz la traverse facilement, et il n'en résulte pas de pression sensible. Ce procédé est maintenant généralement adopté. La fig. 106 représente cet appareil; il est composé de deux ou d'un plus grand nombre de vases en tôle ; la figure en contient deux, A et B ; ils sont fermés par des couvercles en tôle dont les bords entrent dans des rigoles latérales pleines d'eau, afin de fermer hermétiquement, et qui sont soutenus par des contre-poids; à quelques centimètres du fond se trouve une plaque percée d'un grand nombre d'ouvertures, et, au-dessus, du foin humide saupoudré de chaux. Le gaz arrive

dans la première par le tuyau C, passe dans la seconde par le tuyau DE, et sort par le tuyau FG.

314. L'épuration par ce dernier procédé n'est jamais complète ; il y a toujours une certaine quantité d'hydrogène sulfuré qui échappe à l'action de la chaux. On peut facilement s'en convaincre en plongeant dans le gaz un morceau de papier imprégné d'une dissolution d'acétate de plomb : le papier devient noir. Cette propriété est, comme on sait, un indice sûr de la présence du gaz hydrogène sulfuré.

315. Dans son cours de chimie appliquée aux arts, M. Clément a indiqué la cascade chimique, ingénieux appareil de son invention, comme pouvant produire, sans pression sensible, une épuration plus complète que par les moyens employés jusqu'ici. Pour l'objet dont il est question, l'appareil consisterait en une tour en briques, remplie de boulets de fonte, ou d'argile cuite, ou enfin de cailloux arrondis : à la partie supérieure, qui est exactement fermée, se trouverait un réservoir de lait de chaux, et un tuyau par lequel il s'écoulerait continuellement sur les boulets. Ce liquide mouillerait toute leur surface et descendrait lentement jusqu'à la partie inférieure de la tour, d'où il sortirait par un tuyau plongeant dans de l'eau renfermée dans un vase extérieur ; le gaz arriverait par la partie inférieure de la tour, au-dessus de l'ouverture par laquelle le lait de chaux s'écoule ; le gaz parcourrait la tour de bas en haut pour s'échapper par un tuyau placé près de son sommet ; dans ce trajet, le gaz se diviserait pour se répandre dans tous les espaces que les boulets laissent

entre eux : son contact avec le lait de chaux aurait ainsi lieu par un grand nombre de surfaces; et par conséquent l'épuration se ferait très-facilement : d'autant plus que, vers la fin de sa course, lorsqu'il est près du sommet de la tour, où il ne renferme plus que de très-petites quantités d'hydrogène sulfuré, et où par conséquent ces dernières portions de gaz sont plus difficiles à enlever, il rencontrerait du lait de chaux neuf qui n'a rien perdu de sa force absorbante, et qui agit avec une très-grande énergie. L'emploi de cet appareil pourrait présenter deux inconvéniens ; la chaux n'étant qu'en suspension dans le lait de chaux, car l'eau ne dissout que $\frac{1}{300}$ de son poids de chaux, cette substance se dépose facilement par le repos, par conséquent il faudrait que le liquide renfermé dans le réservoir supérieur fût sans cesse agité; et comme dans sa chute une grande partie de la chaux se précipiterait, il serait fort à craindre que les petits espaces libres que les boulets laissent entre eux ne fussent bientôt obstrués, et que le passage du gaz ne fût continuellement diminué. On pourrait obvier à ces deux inconvéniens en employant des dissolutions de soude ou de potasse, mais la dépense qui en résulterait n'en permettrait pas l'usage. Au surplus l'essai de cet appareil n'ayant point encore été fait, je ne sais pas jusqu'à quel point les inconvéniens que j'ai signalés seraient importans.

316. On peut obtenir une épuration parfaite en évitant la pression, par un procédé qui probablement finira par être généralement adopté. Il consiste à as-

pirer continuellement le gaz des cornues au moyen de pompes qui le refoulent ensuite dans des vases, dont les uns renferment de l'eau de chaux et les autres de l'acide sulfurique. M. Darcet a le premier construit cet appareil pour l'éclairage de l'hôpital Saint-Louis : l'usine française l'emploie déjà. Les pompes y sont remplacées par une vis d'Archimède (fig. 107), qui est mise en mouvement par une machine à vapeur de la force de deux chevaux.

317. *Des gazomètres.* On désigne ainsi de grandes cloches en tôle qui reposent sur l'eau, et qui sont destinées à recueillir le gaz épuré, et à le verser dans les canaux qui le dirigent au lieu de sa consommation. Le mot *gazomètre* est impropre, car leur objet est moins de mesurer le gaz que de l'emmagasiner. Les Anglais le désignent sous le nom de *gazholder*, qui signifie magasin de gaz, et réservent le nom de gazomètre pour un appareil très-ingénieux qui est uniquement employé pour mesurer le gaz, et que nous ferons connaître plus tard.

318. Les gazomètres sont tous formés d'un grand réservoir plein d'eau, et d'une cloche, fermée par la partie supérieure, qui plonge dans l'eau par ses bords inférieurs, et qui est soutenue par un contre-poids : le gaz arrive sous la cloche, et la soulève pour s'y loger.

319. Les réservoirs d'eau et les cloches sont toujours circulaires, parce que c'est la forme qui, avec la même dépense, contient le plus de volume. Les parois des réservoirs sont ordinairement en maçonnerie ou en fonte. On avait essayé de les construire

en bois; mais la pression qui se manifeste sur tous les points dela circonférence exige une trop pesante armure en fer; car la pression exercée contre les cercles de fer qui en forment la ceinture est proportionnelle, non-seulement à la hauteur du liquide au-dessus de ces cercles, mais encore à la circonférence du vase. Par conséquent, pour que ces réservoirs puissent résister, il faut, quand ils ont de grandes dimensions, que les cercles qui les ceignent soient épais et multipliés; alors ils deviennent plus chers que les autres, plus altérables, et sujets à de trop fréquentes réparations. Une cuve de ce genre établie à Paris, dont la ceinture n'était pas assez forte, creva sous la pression de l'eau qu'elle renfermait, inonda l'atelier, plusieurs maisons voisines, et répandit une odeur infecte dans les environs.

320. Les réservoirs en maçonnerie sont presque uniquement employés dans les usines françaises, et les réservoirs en fonte sont au contraire très-multipliés en Angleterre. La construction des premiers ne diffère pas de celle des réservoirs ordinaires qui sont destinés à contenir de l'eau; souvent le réservoir est entièrement libre, et quelquefois pour diminuer la quantité d'eau, il renferme un massif central dont le diamètre est plus petit que celui du gazomètre. Les derniers sont formés de plaques de fonte réunies par des boulons, et dont les jointures sont bouchées par un mastic formé de ceruse, de minium et d'huile de lin; ou de limaille de fer, de soufre et d'ammoniac. Les réservoirs en fonte sont moins coûteux de premier établissement

que les réservoirs en maçonnerie; ils sont facilement transportables et il est plus facile de reconnaître les pertes et de les arrêter, enfin ils conservent une plus grande valeur dans un changement de destination. Mais ces réservoirs présentent beaucoup plus d'avantages en Angleterre qu'en France, attendu que la fonte y est moins chère et ordinairement de meilleure qualité.

Les figures 107 et 108 représentent ces deux dernières espèces de réservoirs.

321. Les cloches sont toujours formées de plaques de tôle d'environ une ligne d'épaisseur, assemblées à l'aide d'une clouure forte et serrée. Pour les préserver de la rouille, on les enduit d'une couche de goudron de houille, que l'on renouvelle une fois chaque année. Ces cloches ont ordinairement de très-grandes dimensions : la plus considérable qui existe, est celle de l'usine française à Paris ; elle a 100 pieds de diamètre et 50 de profondeur ; sa capacité est par conséquent de 392,850 pieds cubes.

322. Ces cloches ayant un très-grand poids, il est nécessaire de les soutenir, afin que le gaz ne soit pas obligés d'exercer une trop grande pression pour s'y introduire ; car cette pression existerait dans les cornues, dans tous les tuyaux et les vases intermédiaires, et il en résulterait nécessairement que les cornues se détérioreraient promptement et qu'il se manifesterait souvent des pertes. D'ailleurs, lorsque les cloches sont soutenues, on est maître de régler la pression exercée sur le gaz en diminuant le contre-poids.

323. Jusqu'ici on a employé deux modes différens de suspension des cloches. Le premier, qui est le plus généralement usité, est représenté figure 107 ; il consiste en une chaîne qui passe sur deux poulies de renvoi, dont une extrémité est fixée au point de réunion de plusieurs tringles ou chaînons qui partent de différens points de la surface supérieure de la cloche, et dont l'autre extrémité soutient le contre-poids ; cette disposition exige une charpente très-forte.

324. Le second mode de suspension n'exerce de pression que sur les fondations même du bassin : la figure 108 le représente. Cette disposition consiste en un tube de fonte creux solidement fixé sur le fond et au centre du bassin, et qui s'élève à une hauteur plus considérable que celle que peut atteindre la cloche ; il passe à travers un tuyau de tôle fixé à la partie supérieure de la cloche. Des poulies de renvoi, placées sur les bords supérieurs du cylindre, reçoivent les quatre chaînes de suspension des gazomètres ; elles sont attachées d'un côté à un des anneaux où se réunissent les chaînons qui sont fixés sur le fond de la cloche près de sa circonférence, et de l'autre au contre-poids qui descend dans la colonne de fonte centrale. La colonne de suspension pourrait ne s'élever qu'au niveau du réservoir et se trouver sous la cloche ; il faudrait pour cela qu'elle s'étendît en profondeur, et que les chaînes fussent attachées à son bord inférieur.

325. Dans ces différentes dispositions, la cloche et son contre-poids n'ont pas exactement le même poids

aux différentes hauteurs de la cloche ; car le poids de cette dernière est toujours égal au poids de son enveloppe, plus celle de la portion de la chaîne de suspension jusqu'à la poulie, moins le poids du volume d'eau déplacé par la portion de la cloche qui plonge dans ce liquide ; et l'effort du contre-poids est toujours égal à son poids ,plus celui de la chaîne qui est au-dessus. Mais il est facile, dans le mode de suspension de la figure 107, de donner à la chaîne le poids nécessaire pour que l'équilibre existe dans toutes les positions de la cloche. En effet, lorsque la cloche monte d'un pied, le contre-poids descend d'autant : son effort est donc augmenté du poids d'un pied de la chaîne ; et le poids du gazomètre est diminué du poids d'un pied de chaîne, et il est augmenté du poids d'un volume d'eau égal au volume de son enveloppe qui est sorti de l'eau. C'est comme si le contre-poids était augmenté de deux pieds de chaîne, et si le gazomètre n'avait gagné que le poids d'un volume d'eau égal au volume du métal qui est sorti de l'eau ; il est évident, d'après cela, que si un pied de la chaîne pèse autant qu'un volume d'eau égal à celui du métal de la cloche, renfermé dans une zone d'un demi-pied de hauteur, l'équilibre existera constamment.

326. Mais la permanence de l'équilibre est beaucoup plus difficile à établir dans le second mode de suspension de la fig. 108, parce que la chaîne de suspension du gazomètre étant inclinée et l'étant inégalement suivant la hauteur du gazomètre, l'espace parcouru par le gazomètre n'est jamais égal à celui qui est parcouru par

le contre-poids, et la différence va en croissant à mesure que le gazomètre s'élève davantage. On pourrait cependant établir encore la permanence d'équilibre en déterminant convenablement le poids de la chaîne; mais ce poids ne serait pas uniforme dans toute sa longueur; il devrait aller en diminuant à partir du contre-poids. Nous ne chercherons pas à déterminer la forme et le poids de la chaîne en ses différens points, parce que nous serions conduits à des considérations mathématiques trop étrangères à notre objet.

327. La figure 107 représente l'ensemble des appareils destinés à la fabrication du gaz de la houille. A est une cornue placée dans un fourneau simple; Y, un tuyau horizontal qui conduit les fumées de tous les foyers dans la cheminée commune Z. Les gaz qui proviennent de la distillation du charbon se dégagent par le tuyau B B, et arrivent dans de vastes tuyaux C en partie pleins de liquide, dans lequel le tube B plonge de 1 ou 2 pouces; les gaz se promènent dans ces tuyaux, qui ont une très-grande étendue, y déposent de l'eau, une liqueur ammoniacale et du goudron. Ces produits s'écoulent par les tubes *a a a*, se rendent dans le canal incliné *b b*, et de là dans la citerne T. Les gaz s'élèvent par le tuyau D et arrivent dans la première chambre E d'une vaste caisse en bois contenant du lait de chaux, qui renferme une vis d'Archimède mise en mouvement par une machine à vapeur; le mouvement de la vis, dirigé en sens contraire de celui qui élèverait l'eau, force le gaz à descendre; il se dégage à l'extrémité inférieure *n* de la vis, et

arrive dans la chambre F, qui n'est séparée de la première que par une cloison qui descend de quelques centimètres au-dessous de l'eau. Dans ce dernier trajet, le gaz s'épure; il se rend alors sous le gazomètre MM par le tuyau GHH.

328. *Tuyaux de conduite et de distribution.* Lorsque le gaz est arrivé sous la cloche du gazomètre, il est prêt à être livré à la consommation. On emploie pour cela deux procédés différens; le premier, qui est le plus ancien et le plus généralement répandu, consiste à conduire le gaz par des canaux de fonte qui passent dans les rues à plusieurs pieds au-dessous du pavé, et auxquels sont adaptés, devant chaque lieu de consommation, des tuyaux plus petits qui conduisent le gaz dans les becs où il doit être livré à la combustion; l'autre, qui a été récemment introduit, consiste à accumuler une grande quantité de gaz dans des réservoirs en cuivre ou en tôle de plusieurs pieds cubes de capacité, et qui sont ensuite transportés dans les lieux de la consommation. Mais comme ce dernier procédé de distribution n'est employé que pour le gaz de l'huile, nous n'en parlerons qu'après avoir décrit la préparation de ce gaz.

329. Le tuyau II (fig. 107), par lequel le gaz sort de la cloche MM, s'élève jusqu'au niveau de l'eau; il sort du réservoir par la partie inférieure, et de là s'engage dans les tuyaux de conduite. Comme il est important que le gaz ne soit pas en communication avec les tuyaux hors des heures de consommation, à l'origine des tuyaux de conduite, et même à tous

leurs embranchemens, il y a de grands robinets qui ne sont ouverts que pendant les heures d'éclairage; le robinet qui devrait être placé à l'origine du grand tuyau de conduite serait très-avantageusement remplacé, à cause de ses grandes dimensions, par l'appareil qu'on désigne sous le nom de robinet hydraulique, et qui est représenté (fig. 109). A et B sont deux portions de tuyau qui pénètrent dans une caisse rectangulaire CDEF, et se relèvent perpendiculairement jusqu'au niveau des bords de la caisse; GHIK est une autre caisse fermée par le haut et ouverte par le bas, qui plonge dans la première comme la cloche d'un gazomètre dans son bassin; cette caisse renferme une cloison LM fixée perpendiculairement à la face HI et aux faces de devant et de derrière de la caisse; la caisse inférieure CDEF est pleine d'eau ou d'un liquide quelconque jusqu'à une petite distance de ses bords. Il est facile de voir, d'après cette disposition, que quand la caisse supérieure est soulevée de manière que l'extrémité M de la cloison LM soit hors de l'eau, le gaz peut sortir du tuyau A pour entrer dans le tuyau B; mais quand la caisse est descendue assez pour que la cloison plonge dans l'eau, toute communication entre les tuyaux A et B est interceptée. Ces mouvemens de la caisse supérieure peuvent facilement s'obtenir en la suspendant par une chaîne passant sur deux poulies fixes, et dont l'extrémité est chargée d'un contre-poids qu'on augmente ou qu'on diminue suivant qu'on veut faire monter ou descendre la caisse.

330. Les tuyaux de conduite, de même que ceux

dans lesquels le gaz circule avant d'arriver au gazomètre, sont en fonte; en plomb, ils seraient trop flexibles ou trop chers; en cuivre, ils s'altéreraient trop promptement par l'hydrogène sulfuré que le gaz renferme toujours malgré l'épuration. Ces tuyaux doivent être d'un diamètre qui dépend du nombre de becs qu'ils doivent alimenter; s'ils étaient trop petits, on serait obligé d'augmenter la pression du gaz dans la cloche du gazomètre, ce qui présente de graves inconvéniens. On a trouvé qu'un diamètre de 6 pouces était suffisant pour écouler le gaz qui alimente 2600 becs sous une pression de 18 lignes d'eau, à raison de 3 pieds cubes par bec par heure; il s'écoule donc alors par heure 7,800 pieds cubes, et comme la section des tuyaux est de 0,458 de pieds carrés, la vitesse est de 17032 pieds par heure, ou de 283,86 pieds par minute, ou enfin de 40,73 pieds par seconde.

331. La quantité de gaz à fournir dans un temps donné n'est pas le seul élément qui détermine le diamètre des tuyaux; la distance du lieu est aussi très-importante, car le frottement du gaz contre les parois du tuyau diminue continuellement sa vitesse; et l'on pourrait toujours donner à un tuyau de conduite une longueur suffisante pour que, quels que soient d'ailleurs son diamètre et la pression qui y pousse le gaz, ce dernier eût une vitesse nulle à son extrémité.

Nous rapporterons ici le résultat des observations qui ont été faites par MM. Gérard et Cagnard de Latour avec l'appareil d'éclairage de l'hôpital Saint-

Louis, le gazomètre étant rempli de gaz hydrogène carboné et soumis à une pression de 15 lignes d'eau. Voici le tableau des vitesses d'écoulement qui ont été observées à l'extrémité du canal dont on a fait varier la longueur.

Tuyau de 1^c,579 *de diamètre.*

Longueur du tuyau.	Nombre proportionnel aux vitesses d'écoulement.
0^m,0	0^m,73
37,53	0,12858
56,84	0,10828
85,06	0,09567
109,04	0,07444
126,58	0,06940

Tuyau de 3 *pouces de diamètre.*

128,80	0,1218
375,80	0,07103
622,80	0,054114

On voit à l'inspection de ces nombres avec quelle rapidité la vitesse décroît à mesure que la longueur du tuyau augmente.

232. De ces observations il résulte que la quantité de gaz qui s'écoule par un tuyau de conduite est en raison inverse de la racine carrée de la longueur de la conduite par laquelle elle s'opère. D'autres observations qu'il est inutiles de rapporter ici, prouvent que l'influence du frottement augmente à mesure que les tuyaux diminuent de diamètre, et que, toutes choses

égales d'ailleurs, elle dépend de la nature des gaz, de celle des tuyaux, et de l'état de leur surface. Ce phénomène est parfaitement semblable à celui que présentent les conduites d'eau.

333. On a eu l'occasion d'observer l'influence de la longueur des tuyaux sur le conduit de gaz qui s'étend de Montmartre aux Tuileries; on a reconnu que la pression diminuait rapidement à mesure que l'on s'éloignait de l'origine du canal. Mais un fait rapporté par Vilkinson fait voir jusqu'où peut être portée l'influence de la longueur des tuyaux : il avait établi une machine soufflante à une distance de 5000 pieds de l'usine où ce courant d'air devait être utilisé; des tuyaux de 12 pouces de diamètre devaient lui faire franchir cet intervalle; mais la machine étant en mouvement, l'air à l'extrémité du canal n'éprouvait pas la moindre agitation : on soupçonna qu'il était obstrué, mais en lâchant un chat à une des extrémités, il sortit par l'autre; et comme le conduit n'avait aucune fissure, il fut constaté que le courant d'air ne pouvait pas se transmettre à cette distance : on fut obligé de renoncer à la machine. En Angleterre, où ces phénomènes ont été plus tôt connus, ou du moins plus tôt appréciés qu'en France, les tuyaux de conduite des eaux et des gaz ont des diamètres beaucoup plus considérables, surtout lorsqu'ils ont de grands espaces à parcourir.

334. Avant de mettre les tuyaux en place, on doit s'assurer qu'ils tiennent bien le gaz; c'est à quoi l'on parvient en fermant une de leurs extrémités, et y com-

primant de l'eau à l'aide d'une pompe foulante. Ils doivent toujours être placés à une assez grande profondeur pour qu'ils ne reçoivent pas l'influence des changemens de température de l'atmosphère, car les dilatations et les contractions qui en résulteraient pourraient briser les tuyaux ou les séparer. Le mode de jonction le plus généralement employé, est celui qui est indiqué par la fig. 110. Les deux tuyaux s'emboîtent de plusieurs pouces; on coule du plomb dans l'intervalle qui les sépare, en environnant d'argile la partie inférieure, et on comprime fortement ce métal au moyen d'un ciseau sans taillant. Mais le meilleur mode de jonction est celui qui est indiqué par la fig. 111. L'espace EE est rempli de filasse goudronnée, qui est fortement pressée par les vis qui passent par les oreilles AA; l'espace CC est ensuite rempli de plomb, qui est fortement matté à l'aide du ciseau.

335. Les premiers tuyaux d'embranchement sont souvent en plomb, parce qu'on y adapte facilement les petits tuyaux de distribution en les soudant à l'étain; tandis que s'ils étaient en fonte, il faudrait les percer laborieusement et les tarauder, pour y faire entrer un canon de fusil à vis et à bride.

336. Les petits tuyaux de distribution sont en plomb ou en étain. En Angleterre on préfère ce dernier métal, parce qu'ayant plus de roideur, les tuyaux se déforment plus difficilement. Ces tuyaux ont de 6 à 9 lignes de diamètre, lorsqu'ils doivent fournir du gaz à 6 ou 8 becs. Mais en général, il vaut mieux les tenir plus grands; car on a observé que plus le

tuyau est large, moins les flammes sont vacillantes.

337. *Des becs.* Enfin le gaz arrivé dans les dernières ramifications des conduits, se trouve dans les becs, où il est brûlé. Ces becs peuvent être simplement des trous très-capillaires, percés à l'extrémité du dernier tuyau de conduite, et c'est peut être la meilleure manière de brûler le gaz; mais on leur donne ordinairement la forme des becs d'Argant (fig. 112). Les deux branches du conduit se bifurquent, et ces deux branches supportent un anneau horizontal creux, dont la partie supérieure est percée de plusieurs petits trous disposés circulairement, par lesquels le gaz s'échappe. On l'enflamme à sa sortie, en lui présentant un corps incandescent, et les petites flammes rangées circulairement forment une flamme unique, semblable à celle des lampes à mèches circulaires : l'anneau du bec est garni à sa circonférence d'une galerie d'un plus grand diamètre, sur laquelle repose une cheminée de verre, et la flamme est alimentée, comme dans les becs d'Argant, par un double courant d'air. Mais la cheminée de verre qui environne la flamme, et qui est ordinairement dépolie, a plutôt pour objet de diminuer l'éclat de la lumière et de la soustraire à l'influence des courans d'air, que d'activer le courant d'air. Aussi sa forme n'est pas la même que celle des lampes à huile; elle est beaucoup plus large et beaucoup moins haute. En appliquant à ces becs des cheminées de tirage, la flamme est tellement refroidie, que la combustion a presque lieu sans émission de lumière; on aperçoit seulement une petite flamme bleuâtre presque sans intensité. Les

flammes du gaz qui provient de la houille ont une étendue beaucoup plus considérable que celles de même intensité qui proviennent de la combustion des matières grasses, ou des gaz formés avec ces matières, parce que le gaz de la houille est beaucoup moins chargé de charbon. Par la même raison, une flamme qui proviendrait de la combustion du gaz du bois, pour avoir la même intensité que celle du gaz de la houille, devrait avoir un volume beaucoup plus considérable encore. C'est ce que nous avons souvent occasion d'observer dans nos foyers domestiques. Les flammes du bois, quoique très-étendues, ne donnent qu'une très-faible lumière. On n'a point encore fait d'expériences pour déterminer la meilleure forme à donner aux becs de gaz.

338. M. Bourguignon a récemment proposé d'appliquer aux becs de gaz des appareils qu'il désigne sous le nom de *fumivores*, et qui, suivant lui, devaient détruire toutes les émanations délétères des lampes et des becs de gaz. Ces appareils fumivores consistent (fig. 112 B) en un globe dépoli A ouvert par la partie supérieure et la partie inférieure, ou en un large entonnoir renversé (fig. 112 C). L'ouverture inférieure, d'un diamètre peu différent de celui de la cheminée, s'applique sur elle, et l'autre reçoit l'extrémité évasée d'un tube de cuivre droit ou contourné, qui est terminé inférieurement par une capsule percée à la partie supérieure d'un grand nombre d'ouvertures. Les gaz qui s'échappent de la combustion traversent le tube et sortent par les ouvertures pratiquées au-dessus de la capsule.

Dans ce trajet, les gaz se refroidissent, et une partie des vapeurs qu'ils renfermaient se condensent, et tombent à l'état liquide dans la capsule.

Cet appareil, présenté à la société d'encouragement, a été examiné par M. Payen. Le rapport de cet habile manufacturier renferme plusieurs résultats importans que nous rapporterons sommairement.

339. M. Payen a d'abord reconnu, comme il était d'ailleurs facile de le prévoir d'avance, que le liquide condensé dans l'appareil fumivore de M. Bourguignon, n'était composé que d'eau parfaitement neutre quand il était appliqué à une lampe à huile, et d'eau chargé d'une petite quantité d'acide sulfureux lorsqu'il surmontait un bec de gaz, et que si on l'adaptait à un bec de gaz ou d'huile, dans lequel la fumée ne serait pas complètement brûlé, le tube serait bientôt obstrué.

340. Mais M. Payen a reconnu à ces appareils une autre propriété beaucoup plus importante que celle de condenser la vapeur d'eau, et que n'avait pas soupçonné son inventeur, c'est celle d'augmenter la quantité de lumière fournie par la combustion de la même quantité de gaz. Cet effet est dû à ce que dans les becs de gaz la quantité d'air qui alimente la flamme est beaucoup trop considérable, et qu'une grande partie de l'air inutile à la combustion refroidit la flamme et diminue la quantité de lumière. L'appareil de M. Bourguignon diminuant la vitesse du tirage, la quantité d'air en excès qui arrive sur la flamme est très-petite, et par conséquent on obtient à très-peu près le *maximum* de lumière qui peut être fourni par le volume de gaz consommé. Il résulte de la moyenne de plusieurs expé-

riences, que l'augmentation de lumière produite par le fumivore est dans le rapport de 176 à 100.

341. Il résulte de là que l'emploi du *fumivore* de M. Bourguignon est avantageux. 1° En ce qu'il condense une grande partie des vapeurs d'eau produites par la combustion, vapeurs qui, dans un grand nombre de circonstances, pourraient être nuisibles ou incommodes; 2° en ce qu'il absorbe une partie de l'acide sulfureux qui provient de la combustion de l'acide hydro-sulfurique que le *gaz-light* contient toujours; 3° enfin en ce que la quantité de lumière est augmentée.

Nous ferons remarquer que le dernier avantage pourrait être obtenu sans l'usage du fumivore, en rétrécissant les orifices inférieurs qui donnent accès aux deux courans d'air.

342. M. Payen a reconnu, en appliquant le fumivore de M. Bourguignon à une lampe d'Argant, que la flamme s'allongeait beaucoup, et que la combustion cessait d'être complète. Il fallait alors pour brûler la fumée baisser beaucoup la mèche. M. Payen reconnut qu'alors la présence du fumivore augmentait seulement la lumière d'un dixième. L'effet du fumivore sur la lampe à huile provient de ce que l'air en excès qui passe sur le bec est en général beaucoup plus petit que dans les becs de gaz, et que le ralentissement du tirage produit par le fumivore est trop grand. Il faudrait alors pour que le fumivore y fût applicable d'une manière utile, que le tuyau de descente fût beaucoup plus court et d'un plus grand diamètre; mais la méthode la plus simple pour obtenir le *maximum* de lumière dans ces

appareils comme dans les becs de gaz, ce serait de diminuer les ouvertures qui donnent accès aux deux courans d'air.

343. Les observations précédentes sont parfaitement d'accord avec les considérations générales que nous avons exposées sur la flamme. Le mémoire de M. Payen contient plusieurs autres expériences importantes sur la flamme du *gaz-light*, qui se rapportent parfaitement avec celles que j'ai faites depuis long-temps sur les flammes des lampes d'Argant, et sur lesquelles je me réserve de revenir plus tard.

344. On emploie depuis long-temps un petit appareil qu'on désigne également sous le nom de fumivore, et qui absorbe, en effet, une portion de la fumée qui peut se dégager; il est représenté fig. 112 D. Il consiste en une petite capsule renversée, placée au sommet de la cheminée, et soutenue par trois tiges qui s'emboîtent dans l'épaisseur de la cheminée.

345. Après avoir ainsi décrit les différentes parties de l'appareil de l'éclairage par la houille, nous allons décrire la marche de l'opération. Mais avant nous examinerons les différentes qualités des houilles, et nous indiquerons celles qui doivent être préférées dans la fabrication du gaz.

346. Les houilles, comme nous l'avons déjà dit, sont principalement formées de charbon et d'une matière bitumineuse qui renferme à elle seule l'hydrogène qui forme la base du gaz. Il est donc très-important de n'employer que des houilles qui soient très-chargées de ce bitume ou d'hydrogène.

347. Mais ce n'est pas seulement la quantité absolue d'hydrogène qu'il faut considérer, c'est son excès sur la quantité d'oxigène; car ce dernier forme toujours de l'acide carbonique qui reste mêlé avec le gaz combustible, et dont une portion plus ou moins considérable échappe toujours à l'action de la chaux. Il faut aussi avoir égard à la quantité de soufre que les houilles renferment; car celles qui en sont très-chargées donnent un gaz qui contient beaucoup d'hydrogène sulfuré, dont l'épuration est pénible, difficile, toujours incomplète, et dans lequel une partie de l'hydrogène est consommé en pure perte par le soufre; enfin la nature du coke qu'on obtient est encore une considération importante : il faut qu'il soit de bonne qualité, en masse et non en poussière, et donnant peu de cendres par sa combustion, afin qu'on puisse en tirer un parti avantageux, soit pour l'usine elle-même, soit pour le livrer au commerce. En général, tous les charbons qui sont propres à la fabrication du gaz fournissent des cokes non pulvérulens.

348. Le meilleur de tous les charbons pour la préparation du gaz, est celui qui est désigné en Angleterre sous le nom de *canel-coal*. Il contient, sur 100 parties, 74,47 de charbon, 5,42 d'hydrogène, 19,61 d'oxigène, et 0,50 de cendres; 1 kilogr. fournit 320 litres de gaz; la qualité moyenne du charbon employé en Angleterre donne 230 litres de gaz; celui du nord de la France ne fournit que 210 litres; le plus mauvais de tous serait celui de Fresne, dont la combustion a lieu presque sans flamme ni fumée, comme celle du

coke, et que les brasseurs emploient dans le touraillement des grains.

349. La nature du charbon que l'usine doit consommer étant déterminée par les considérations qui précèdent, et tous les appareils étant disposés comme nous l'avons dit, on commence par chauffer les cornues au moyen du charbon ou du coke : lorsque leur température est arrivée au rouge cerise, on charge promptement les cylindres de la quantité de charbon qu'ils peuvent distiller; ils ne doivent pas être remplis, parce que le coke occupe un plus grand volume que le charbon ; des cornues de 5 pieds de longueur sur 15 à 18 pouces de diamètre et 8 à 10 de hauteur, peuvent recevoir 100 kilogrammes de charbon. Alors l'ouvrier remet la plaque du cylindre, après avoir préalablement recouvert ses bords d'argile, et il le comprime fortement sur la tête de la cornue au moyen de la vis dont est garnie la barre transversale à charnière. L'opération dure 6 heures. Pour que l'opération donne la plus grande quantité possible de gaz, il faut que la température soit constamment maintenue à la chaleur rouge cerise : car si la température baisse, une partie de la matière bitumineuse se volatilise sans se décomposer; et si la température est trop élevée, le gaz hydrogène abandonne une partie du charbon avec lequel il était combiné. Mais quoique le feu soit dirigé avec le plus de soin possible, une partie de la matière bitumineuse est toujours emportée par les gaz. Pendant la décomposition de la houille, toutes les matières volatiles se dégagent par les tuyaux BB (fig. 107), et se rendent

d'abord dans le barillet CC qui, comme nous l'avons vu, est en partie plein de liquide; les tubes conducteurs plongeant en partie dans ce liquide, une partie des vapeurs qui accompagnent le gaz s'y condensent; mais le niveau du liquide dans le barillet ne peut pas s'élever; car les tuyaux courbes *a a* laissent dégager celui qui se trouverait au-dessus du niveau. La condensation des vapeurs se complète par le refroidissement qu'elles éprouvent en parcourant les longs canaux CC; ensuite elles passent dans l'épurateur, et de là sous le gazomètre, dont la cloche doit d'abord être exactement pleine d'eau : la pression du gaz l'élève à mesure qu'il s'y introduit. Lorsque l'appareil perd, on peut facilement s'en apercevoir à l'odeur. Quand les fissures sont très-petites, on peut facilement les reconnaître en approchant une lumière; le gaz s'allume, et produit une flamme continue. Quand la distillation est terminée, il faut enlever le coke et remettre de nouveau charbon : pour cela, on commence par desserrer la vis qui maintient l'obturateur de la cornue et on le frappe légèrement pour détacher le lut; le gaz qui était dans la cornne se dégage par les fissures qui en résultent; on l'enflamme, et on enlève l'obturateur : cette précaution est employée pour éviter la petite détonation qui aurait lieu par le mélange instantané du gaz avec l'air, si on débouchait brusquement la cornue. La cornue étant ouverte, toute communication avec les tuyaux de condensation et le gazomètre est interceptée par le barillet, puisque les tuyaux qui conduisent le gaz à la sortie des cornues plongent dans le

liquide du barillet. Le coke est enlevé avec des ringards, reçu dans un petit tombereau en tôle, et porté ensuite sur le sol de l'atelier, où il s'éteint bientôt; quelquefois on hâte son extinction en l'arrosant d'une petite quantité d'eau.

350. On emploie à l'usine française une petite brouette très-commode pour le transport du coke. La caisse est un demi-cylindre mobile autour d'un axe qui est au-dessous de son centre de gravité et un peu en avant; par conséquent lorsqu'elle est libre, elle se renverse en arrière : on la tient dans la position qu'elle doit avoir, au moyen d'une chaîne garnie d'une fiche à clavette qui entre dans la flèche du tombereau, et qu'on lâche quand on veut la faire basculer. L'extrémité de la chaîne est fixe, et sert à ramener la caisse à sa position primitive.

351. Le coke étant enlevé, on remplit la cornue de charbon, on remet l'obturateur luté, et on tourne la vis qui doit le comprimer. Ces différentes opérations doivent se faire avec une grande activité; car pendant leur durée la cornue se refroidit, et pendant la dernière on perd une partie des substances volatiles du charbon. Lorsqu'elles sont exécutées par des ouvriers expérimentés, elles ne durent que 2 à 3 minutes.

352. *Produits de la distillation de la houille.* Ces produits sont, 1° le gaz combustible destiné à l'éclairage; 2° le charbon privé de bitume, qui reste dans la cornue, et qu'on désigne sous le nom de coke; 3° du goudron; 4° des eaux ammoniacales; 5° du sous-hydro-

sulfate de chaux qui provient de l'épuration. Nous avons parlé de l'usage du premier produit, qui est le but principal de l'opération, nous allons examiner les autres.

353. Le coke est une matière très-combustible, presque uniquement formée de charbon, et d'une petite quantité de cendres; il brûle sans flamme ni fumée; il peut remplacer le charbon de bois, pour la fonte des métaux, dans l'économie domestique, etc. Il a sur le charbon de bois un très-grand avantage; car, pour développer la même quantité de chaleur avec l'un et l'autre de ces combustibles, la dépense du charbon de bois serait trois fois plus grande que celle du coke, du moins aux prix de ces matières à Paris. Mais les usages du coke seraient encore beaucoup plus étendus, s'il pouvait être employé dans le traitement de la fonte et du fer comme celui que l'on fabrique pour ces usages par suffocution; mais jusqu'ici, il n'a pas pu le remplacer; l est probable que cette différence provient de ce que le coke fait en vase clos est plus poreux, ou que les sulfures que contenait le charbon de terre ne sont pas brûlés comme dans les cokes faits à l'air. En Angleterre, où les usines de gaz sont très-multipliées, on obtient une très-grande quantité de coke qui ne peut être entièrement écoulée dans le commerce; alors on en emploie une partie pour chauffer les cornues, en y ajoutant une certaine quantité de goudron.

354. Le goudron de houille se dépose dans le barillet et dans les tuyaux que le gaz parcourt encore avant d'arriver à l'épurateur, il a une odeur forte et désagréable; il est employé pour enduire la surface des ga-

zomètres. Chauffé dans des chaudières de fonte avec du sable fin ou une toute autre matière pulvérulente, on obtient un mastic qui est très-bon pour les réservoirs d'eau, les terrasses, etc.; ses usages seraient beaucoup plus multipliés, sans son odeur et la propriété qu'il possède de se ramollir au soleil.

355. Les liqueurs ammoniacales qui se déposent dans les conduits sont encore sans usage; cependant on pourrait en les saturant avec de l'acide hydrochlorique et les rapprochant, obtenir de l'hydrochlorate d'ammoniaque, que l'on purifierait ensuite par les procédés connus.

356. Enfin le résidu de l'épuration qui est une combinaison d'acide hydrosulfurique et de chaux n'est d'aucun usage lorsqu'il est très-chargé d'acide hydrosulfurique. Mais quand il est solide et peu saturé, on peut l'employer pour faire du mortier; il faut alors le mêler avec beaucoup moins de sable que la chaux neuve, parce qu'une partie de la chaux est saturée par l'acide hydrochlorique et l'acide carbonique : ce mortier a d'ailleurs le grand inconvénient de répandre une mauvaise odeur pendant plusieurs jours.

357. Il y a quelques années, lors de l'établissement des grandes usines de Paris, on avait conçu des craintes que ces immenses réservoirs de gaz et ces conduits si étendus, en laissant dégager du gaz ou en admettant de l'air atmosphérique, ne formassent des mélanges explosifs dont les détonations pourraient avoir les conséquences les plus fâcheuses. Mais un rapport fait par une commission de l'institut a fait voir que ces craintes

étaient sans aucun fondement. En effet, dans les gazomètres et dans tous les conduits de gaz, ce dernier étant comprimé, l'air ne peut pas s'y introduire. Il ne reste donc que le cas où le gaz s'échapperait dans un espace dont l'air ne se renouvellerait pas; mais dans ce cas il faudrait pour que le mélange d'air et de gaz pût faire explosion par le contact d'une lumière, que la quantité de gaz fût le quart de celle de l'air; si les proportions étaient plus petites, le mélange brûlerait seulement autour de la flamme, y formerait une auréole peu lumineuse, mais ne se prolongerait pas dans la masse. Mais aussitôt que l'air renferme seulement quelques millièmes de gaz, on en est aussitôt averti par l'odeur du gaz; et bien avant que le gaz fût dans les proportions nécessaires pour former un mélange explosif, l'air serait irrespirable. Des accidens ne pourraient donc avoir lieu que dans le cas où un tuyau qui laisserait perdre le gaz traverserait un petit appartement fermé dans lequel on pénètre rarement, et dans lequel on entrerait sans précaution avec une lumière; mais le gaz devrait nécessairement être sensible au dehors; car si l'air était tout-à-fait sans issue, le gaz, en s'échappant dans l'appartement, augmenterait la pression de l'air qui y est renfermé, et il ne pourrait jamais y arriver en quantité suffisante pour que le mélange devînt explosif. Au reste, il est facile de prévenir tout accident; c'est de ne jamais laisser les tuyaux de conduite à découvert dans des espaces assez vastes où l'air ne se renouvelle pas continuellement.

358. Mais si le dégagement du gaz par les tuyaux de

conduite ne peut donner naissance à des explosions que dans des cas qui exigent le concours de tant de circonstances particulières qu'elles deviennent très-peu probables, ce dégagement est toujours insalubre, ou du moins très-incommode; il peut même, lorsqu'il est considérable, asphixier les hommes et les animaux, et faire périr les plantes. C'est à cette cause qu'il faut attribuer la perte des arbres qui couvraient le boulevard des Italiens.

359. Nous terminerons ces détails sur l'éclairage au gaz de la houille, par quelques considérations générales sur ce genre d'établissement.

360. On a souvent mis en question si les usines au gaz de la houille étaient avantageuses aux actionnaires qui les font exploiter. En Angleterre la question est résolue affirmativement par la publication annuelle des états de situation de ces différens établissemens. Mais on conçoit que les circonstances locales doivent avoir une grande influence sur les bénéfices qu'ils peuvent présenter; le prix plus ou moins élevé du charbon de terre, la quantité de gaz qu'il fournit, le débouché du coke, la quantité de becs alimentés, leur distance de l'usine, le prix de la fonte, sont les principales données du problème qui doivent être toutes prises en considération, pour savoir si, dans un lieu donné, l'éclairage au gaz sera utile à ceux qui l'exploiteront.

361. Il paraît que ces établissemens sont aussi, à Paris dans des circonstances favorables; c'est du moins ce qui résulte du compte des recettes et dé-

penses de l'usine royale, qui a été publié par M. Bérard, directeur de cet établissement, et inséré dans le tome 28 des Annales de Physique et de Chimie.

COMPTE de l'éclairage au gaz de la houille dans l'usine royale de Paris.

DÉPENSES.

Capital d'établissement 1,200,000 fr.

Intérêt à 5 pour 100.	60,000	340,053
Matière première, houille (griseuille fines — forges, gailleteuse, etc.) 2,295,000 k. à 4 fr. 40 cent. l'hectolitre de 80 k.	126,222	
Combustible, moitié du coke obtenu, 20,081 hectolitres, à 2 f. 85 c. . .	57,230, 80	
Main-d'œuvre.	30,000	
Frais généraux : { administr. 25,000 ; menues dépenses, 20,000 }	45,000	

RECETTES.

Lumière, 2,400 becs à 93 francs 90 centimes l'année.	225,360.	344,632
Coke, 40,161 hectolitres combles à 2 fr. 85. c.	114,461, 60	
Cornues vendues comme vieille fonte	3,600,	
Goudron.	1,200,	

Bénéfice, intérêt payé. 4,579

Le bénéfice qui résulte de ce compte est peu considérable, mais il ne peut qu'augmenter, car 1° le gaz n'est point payé ce qu'il vaut; en effet, un bec ordinaire à l'huile consume 30 grammes d'huile épurée, et comme un bec alimenté par le gaz donne deux fois et demie autant de lumière, il en résulte qu'un bec au gaz vaut 75 grammes d'huile qui, au prix le plus bas du cours, coûtent 8c,75 : si on ajoute pour les frais de mèche et d'entretien 1c,25, la valeur du bec de gaz sera de 10 c. par heure, et il n'est réellement payé que 6 c. (1); 2° jusqu'ici on n'a vendu qu'une petite quantité du goudron obtenu, et il est probable que l'usage du mastic fait avec cette matière, en se propageant, augmentera beaucoup la consommation du goudron; 3° on ne tire encore aucun parti des liqueurs ammoniacales, et il est très-probable que l'on finira par les utiliser.

361. Lorsqu'on avait prétendu que les usines françaises ne rapporteraient jamais autant de bénéfice que celles d'Angleterre, cette assertion était principalement fondée sur ce que la fonte et le charbon de terre sont bien moins chers en Angleterre qu'en France; mais M. Bérard a fait voir d'une manière évidente que ces désavantages sont compensés : en effet les objets en fonte ou en fer, tels que les tuyaux de con-

(1) Les autres usines ne font payer le gaz que 5 centimes, mais les becs sont un peu plus petits. Ceux de l'usine royale consomment un peu plus de 4 pieds cubes de gaz à l'heure, et les autres seulement 3 pieds cubes et demi.

duite, les barillets, les gazomètres, ne s'usent pas sensiblement, et la différence de prix de la matière ne fait qu'élever davantage le capital d'établissement; mais la maçonnerie, la charpente, la main-d'œuvre, sont à meilleur marché en France qu'en Angleterre, et il en résulte que les dépenses totales d'établissement pour des usines de mêmes dimensions sont plus grandes en Angleterre qu'en France. Par exemple, l'usine de Glascow et l'usine royale, qui sont toutes deux destinées à fournir du gaz à 2,400 becs, ont coûté, la première 1,313,400 francs, et la seconde 1,200,000. Quant à la différence du prix du charbon, elle est plus que compensée par la différence de prix du coke; car de l'examen comparé des comptes de l'usine de Glascow et de l'usine royale il résulte que la dépense en charbon, diminuée du prix du coke, a été à Glascow de 73,350 fr., et à l'usine royale de 68,992 francs. Ces deux élémens étant en faveur des usines de Paris, et la main-d'œuvre étant aussi moins chère, les usines de Paris sont dans des circonstances plus avantageuses que celles d'Angleterre.

Au surplus, on m'a assuré que l'usine de MM. Mamby et Wilson avait fait l'année dernière des bénéfices suffisans pour donner à ses actionnaires 6 p. 100 d'intérêts de leur capital et un petit dividende. Ainsi le problème de l'avantage commercial des usines de gaz de la houille, à Paris, est complètement résolu.

362. Nous rapporterons encore le compte de l'éclairage de l'hôpital Saint-Louis, publié par M. Peligot, directeur de cet établissement, dont la construction,

dirigée par M. Darcet, fut exécutée en 1818 pour servir de modèle à des usines plus considérables. Ce compte fera voir combien pour un grand établissement l'éclairage au gaz est préférable à celui de l'huile.

COMPTE de l'éclairage de l'Hôpital Saint-Louis.

DÉPENSE.

Charbon	distillé de *St.-Etienne* 1,999$^{\text{hect.}}$,75 à 4 fr. 67 c.		9338, 83
	de chauffage, *Creusot*, 1,120$^{\text{hect.}}$,75 à 4 fr. 20 c.		4707, 15
2 ouvriers à 2 francs par jour		1,460	2210
Une cornue neuve, déduction faite de la vieille		350	
Réparation des fourneaux		150	
Entretien et réparation des conduits		200	
Chaux		50	
Total			16255, 98

PRODUIT.

716,670 pieds cubes de gaz.		
2,920 hect. de coke, à 3 fr. 43c.	10,019, 25	13171,60
7,204 kil. 29 id.	1,801, 15	
Goudron et huile essentielle.	1,351, 20	
L'éclairage coûte donc.		3084,38
L'éclairage à l'huile coûtait.		8000
Différence		4915,62

L'appareil nécessaire pour fournir la même quantité de gaz coûterait au plus 40,000 francs ; ainsi, en préle-

vant l'intérêt à 10 pour cent de cette somme, il reste encore un bénéfice de 915 fr. 62 c. : mais comme la quantité de lumière fournie par le gaz est beaucoup plus grande que celle qui était fournie par l'huile, la différence réelle, en ayant égard à la quantité de lumière fournie, est beaucoup plus grande que celle que présente le compte ci-dessus. L'hôpital Saint-Louis était éclairé par 125 becs à l'huile, et il l'est maintenant par 320 becs au gaz d'une force supérieure. D'ailleurs la quantité de gaz qui a été fournie par le charbon est, d'après le compte, de 4,48 pieds cubes par kilogramme, tandis que du charbon de meilleure qualité en donnerait de 5 à 6 : de plus, la quantité de combustible employé a été de 56^{k},04 pour 100 de houille distillée, tandis que dans les usines où l'on chauffe plusieurs cornues à la fois, la quantité de combustible n'est que de 30 pour cent de celle de la houille distillée.

ÉCLAIRAGE AU GAZ DES MATIÈRES GRASSES.

364. Nous avons dit dans le chapitre 2 que les matières grasses qui constituent les chandelles, les bougies, et celles qui alimentent les becs des lampes, se transforment dans la mèche ou du moins dans l'intérieur de la flamme, en gaz hydrogène carboné, dont la combustion produit la surface brillante de la flamme. Par conséquent on peut, par une opération préliminaire, former avec ces substances le gaz combustible qui se produirait dans la mèche, et brûler ensuite

ce gaz dans les appareils de combustion particuliers.

365. Il semble au premier abord que cette opération ne peut pas être avantageuse, car la production du gaz ne coûte rien quand on brûle les matières solides ou liquides dans des mèches, et que la préparation préliminaire de ce gaz exige des appareils très-dispendieux, du combustible et de la main-d'œuvre. Taylor, qui le premier a eu l'idée de l'éclairage au gaz de l'huile, a prétendu que deux quantités égales d'huile étant brûlées, l'une directement, et l'autre après avoir été préalablement réduite en gaz, la lumière donnée par le gaz excédait celle que l'on obtenait par la combustion directe de l'huile; il avait même annoncé que ce rapport était comme 134 est à 100. Cependant la quantité de gaz que l'on obtient par une opération préalable ne peut pas être égale à la quantité de matière combustible qui est brûlée au-dessus de la mèche; car quelque bien disposé que soit l'appareil, il y a toujours des pertes inévitables, et il est impossible qu'il ne se dépose pas une certaine quantité de charbon qui est perdue pour la flamme; mais en admettant que l'on obtienne tout le gaz qui se formerait dans la mèche, et au même degré de carbonisation, comment peut on concevoir que le gaz tout formé produise plus de lumière que celui qui se forme pendant la combustion? d'autant plus que la quantité de chaleur dégagée est exactement la même; car la chaleur dégagée par la combustion est proportionnelle à la quantité d'oxigène absorbé: or, comme nous supposons que les quantités de gaz sont égales, et que la combus-

tion est également parfaite pour chacun d'eux, il faut nécessairement que la quantité de chaleur le soit aussi. On avait rendu compte de cette anomalie en disant qu'une partie de la chaleur de la flamme était absorbée par la formation du gaz, que par conséquent sa température devait baisser et qu'elle devait être moins lumineuse. Cette explication était assez satisfaisante; mais il paraît, d'après des expériences récentes faites par M. Payen et Bérard, que le fait avancé par Taylor n'est point exact, et que l'huile brûlée directement donne réellement plus de lumière que quand elle a été d'abord réduite en gaz.

366. Il résulte de là, qu'il n'est point avantageux de réduire en gaz l'huile qui peut être brûlée directement dans des mèches. Mais il y a beaucoup de matières grasses d'une qualité inférieure qui ne peuvent point servir à l'éclairage dans nos lampes ordinaires, ou qui ne pourraient y être employées qu'après avoir subi des purifications coûteuses : telles sont les huiles de poisson, les huiles volatiles, les huiles de graines non épurées : ces substances peuvent alors être avantageusement converties en gaz.

367. Les huiles et les matières grasses végétales et animales sont formées d'oxigène, d'hydrogène, et de carbone; mais la quantité d'oxigène est bien éloignée d'être suffisante pour saturer complètement le carbone et l'hydrogène; elle est même insuffisante pour saturer le carbone, et en prenant la quantité de carbone nécessaire pour former de l'acide carbonique avec la totalité de l'oxigène, le reste du carbone combiné avec l'hy-

drogène forme un gaz presque aussi carboné que celui que les chimistes désignent sous le nom d'hydrogène deuto-carboné ; ainsi les huiles peuvent être considérées comme composées d'acide carbonique et d'hydrogène deuto-carboné, et ces deux composés se forment toujours lorsque les huiles sont décomposées à une température convenable ; mais comme il est presque impossible de régler la température à laquelle on les soumet ; il se dépose une certaine quantité de charbon quand la température est trop élevée ; et quand elle ne l'est pas suffisamment, les gaz entraînent de l'huile seulement altérée, et un peu d'acide acétique.

368. Les appareils pour décomposer les matières grasses ont beaucoup d'analogie avec ceux que l'on emploie pour obtenir le *gaz-light* de la houille. Ils sont tous représentés dans la figure108. A est une cornue semblable à celles que l'on emploie pour la distillation de la houille, elle est remplie de coke. Le tuyau C est destiné à amener dans la cornue l'huile du réservoir B. Le robinet *m* sert à régler l'écoulement. D est un tuyau placé à l'autre extrémité de la cornue par lequel les gaz qui proviennent de la décomposition de l'huile se dégagent; ils traversent le liquide du vase B, y déposent l'huile qu'ils avaient entraînée, et de là se rendent, par le tuyau G, dans des gazomètres semblables à ceux du *gaz-light* de la houille. Le coke que renferme la cornue est nécessaire pour multiplier les points de contact entre la vapeur d'huile et le corps chaud qui doit la décomposer : on pourrait le remplacer par des morceaux de briques, des fragmens de tôle ; mais comme ces substances ne

sont pas si poreuses, il serait possible que le résultat ne fût pas le même. Il est probable que la pierre ponce agirait de la même manière que le coke, car sa texture est à peu près la même ; mais son emploi serait beaucoup plus dispendieux que celui du coke. La température doit être élevée et maintenue au rouge naissant, environ 600°. L'opération peut marcher régulièrement pendant quinze jours sans que l'on soit obligé d'ouvrir la cornue pour remplacer le coke; mais après ce temps, les pores du coke se trouvent obstrués par une certaine quantité de charbon déposé par l'huile; il faut alors le renouveler. Celui qu'on enlève de la cornue peut servir de combustible.

369. Les huiles de graines non épurées donnent ordinairement par kilogramme 830 litres de *gaz-light*, dont le pouvoir lumineux est trois fois et demie plus grand que celui du *gaz-light* de la houille.

370. On avait voulu remplacer les huiles de graines par les graines oléagineuses elles-mêmes, mais cette opération était onéreuse; à la vérité on évitait les frais d'extraction de l'huile, et on profitait du gaz fourni par les matières étrangères à l'huile qui sont renfermées dans les graines; mais les frais de transport de ces matières, la mauvaise qualité du gaz qu'elles donnaient, et la perte du prix des marcs, compensaient, et au-delà, les avantages que présentait la décomposition directe de ces graines.

371. M. Darcet a employé avec avantage dans l'éclairage des bains d'Enghien, les matières grasses qui proviennent de la décomposition des eaux savonneuses par

les acides : cette décomposition se fait avec une facilité extrême ; il suffit de verser dans les eaux une quantité suffisante d'acide sulfurique ou muriatique pour saturer la soude du savon; la matière grasse vient à l'instant surnager la liqueur.

372. On a aussi proposé d'employer au même usage les résines; ces matières renfermant à peu près les mêmes proportions d'oxigène, d'hydrogène et de carbone que les huiles, elles donneraient les mêmes produits, et comme elles sont très-abondantes et à des prix beaucoup moins élevés que les huiles, cette opération serait beaucoup plus avantageuse. Cependant les résines n'ont pas encore été employées dans les usines, parce que l'on a été arrêté par la difficulté d'introduire régulièrement cette matière dans la cornue; l'appareil qui devait remplir ces fonctions était formé d'un large tuyau échauffé, et qui conduisait la résine liquéfiée ; mais il était bientôt obstrué par des dépôts de charbon. Il est probable que l'on réussirait mieux en réduisant d'abord ces matières en vapeurs, et les dirigeant dans la cornue pleine de coke où elles seraient décomposées.

ÉCLAIRAGE PAR LE GAZ PORTATIF.

373. Les grandes dépenses que nécessite la conduite du *gaz-light* au lieu de sa consommation, au moyen des tuyaux de fonte, ont fait imaginer de le transporter dans des vases, que l'on mettrait, dans chaque établissement, en contact avec les tuyaux de distribution qui doivent conduire le gaz dans les différens appareils de

combustion ; mais le *gaz-light*, au degré ordinaire de pression, exigerait, pour le transport, des vases d'une très-grande capacité, car un bec ordinaire consomme au moins 3 pieds cubes de gaz par heure, et 24 pieds cubes pour une soirée de 8 heures. Par conséquent un établissement qui serait éclairé seulement par 10 becs, exigerait un réservoir de 240 pieds cubes, dimensions beaucoup trop considérables pour permettre le transport. On a beauconp restreint ces dimensions, 1° en employant du gaz de l'huile dont la faculté éclairante est à peu près 3 fois et demie plus grande que celle du gaz-light de la houille ; 2° en comprimant fortement le gaz dans les réservoirs. Cette pression va quelquefois jusqu'à 32 atmosphères : alors le volume de gaz nécessaire pour alimenter un bec pendant 8 heures est égal à 2^p,14. Nous examinerons successivement la forme des réservoirs, la méthode employée pour y comprimer le gaz, et enfin quelques dispositions particulières à ce mode d'éclairage.

374. Les réservoirs mobiles étaient originairement en cuivre rouge, d'une ligne $\frac{1}{4}$ à 1 ligne $\frac{1}{2}$ d'épaisseur, maintenant ils sont tous en tôle de 1 ligne à 1 ligne $\frac{1}{2}$. Ils ont la forme d'un cylindre allongé, terminé par 2 hémisphères, et sont formés de 3 morceaux réunis par une clouure serrée ; et pour fermer les plus petites issues, les clouures sont étamées extérieurement. Ils renferment un robinet pour introduire le gaz et le laisser échapper pendant sa combustion. Ces récipiens doivent être essayés sous une pression double de celle qu'ils doivent supporter. Cet essai se fait avec

une extrême facilité, en les remplissant d'eau que l'on comprime ensuite à l'aide d'une pompe foulante, jusqu'à ce que le manomètre que l'on a mis en contact avec la capacité de la pompe indique une pression de 60 atmosphères. S'il arrivait que quelques parties des soudures cédassent à la pression ou que le vase s'ouvrît, il ne pourrait en résulter aucun inconvénient, parce qu'aussitôt qu'il serait sorti une petite quantité de liquide, toute pression cesserait, car l'eau n'est pas sensiblement compressible; ainsi la rupture du vase ne pourrait occasioner aucune explosion. Il n'en serait pas de même si le fluide comprimé était gazeux; car le gaz, étant fortement comprimé, sortirait du vase en grand volume, avec impétuosité et projetterait avec force le vase en sens contraire de l'écoulement. Cet essai préliminaire semble, au premier abord, devoir mettre complètement à l'abri de toute explosion, d'autant plus que quand on remplit le réservoir de gaz, il s'échauffe, et une partie de la force élastique qu'il a acquise lorsque l'on cesse de l'accumuler, étant due à l'élévation de sa température, il la perd bientôt en se refroidissant. Par conséquent, dans le transport, la pression du gaz est moindre, et cette pression diminue encore continuellement pendant l'éclairage. Mais il y a une cause de rupture des vases contre laquelle il est difficile de s'assurer d'avance; c'est la continuité de la pression. On conçoit en effet que cette action sans cesse agissante peut produire des effets qui, accumulés par le temps, pourraient être beaucoup plus grands que ceux que l'on obtiendrait

par une pression beaucoup plus forte, mais qui ne serait pas prolongée. Heureusement les effets de la continuité de la pression sont beaucoup moindres que l'on pouvait le craindre; et jusqu'ici on ne connaît aucun événement fâcheux qui fasse redouter le mode d'éclairage au gaz portatif.

375. L'appareil employé dans les premiers essais pour remplir les réservoirs se composait d'une pompe aspirante et foulante (fig. 113 A) qui communiquait avec le gazomètre par le tuyau A et avec les réservoirs par le tuyau B. Chacun d'eux était garni d'une soupape qui s'ouvrait, la première de dehors en dedans, la seconde de dedans en dehors; un levier C, mobile autour du point *m*, faisait mouvoir la pompe. On pouvait remplir plusieurs vases à la fois : on les disposait pour cela sur un même tuyau horizontal communiquant avec la pompe. Comme la force nécessaire pour faire mouvoir la pompe est très-considérable, c'était ordinairement une machine à vapeur qui était employée comme force motrice. Vers la partie inférieure du corps de pompe se trouvait une soupape *n* s'ouvrant de dedans en dehors, et qui était retenue par le levier MN, mobile autour du point N; on fixait la position du poids P de manière que la soupape *n* fût pressée par une force égale à celle de la force élastique du gaz qui doit remplir les réservoirs, et qui ne doit pas être dépassée; lorsqu'on avait atteint cette limite, le gaz, au lieu de passer par les réservoirs, se dégageait par la soupape *n*.

376. Cette machine de compression, qui est la plus

simple que l'on puisse imaginer, était cependant très-défectueuse, et souvent ne pouvait accumuler dans les réservoirs qu'une très-petite quantité de gaz, quoique la force employée fut très-puissante. En effet, le piston ne peut jamais remplir la capacité du cylindre, par conséquent, à la fin de sa course, il reste toujours dans le corps de pompe une certaine quantité de gaz comprimé, qui se dilate quand le piston se relève, et remplit une portion d'autant plus considérable du corps de pompe, que la pression était plus grande. On conçoit même que, quel que soit le volume de gaz qui reste dans la pompe, il y aura toujours une pression par laquelle ce gaz, en se dilatant dans toute l'étendue du corps de pompe, aura encore une force élastique plus grande que celle du gaz que contient le gazomètre, qui, par conséquent, ne pourra point en fournir à la pompe; à cet instant, les mouvemens réitérés du piston n'introduiront pas un atome de gaz dans les réservoirs.

377. M. Scaward a imaginé une machine de compression qui n'a point l'inconvénient que nous venons de signaler, et qui est décrite dans le *Philosophical Magazin*, juillet 1824. Le corps de pompe renferme une certaine quantité d'huile, de manière que quand le piston est arrivé au bas de sa course, il ne reste plus de gaz dans le corps de pompe.

La fig. 113 A représente la coupe, et la fig. 114 A la projection horizontale de cette machine.

A, est le tuyau communiquant avec le gazomètre. A', le tuyau qui conduit le gaz comprimé au réservoir.

B, le corps de pompe, qui se prolonge horizontalement. C, le piston, qui se meut dans cette dernière direction. D, une fourchette à charnière, qui fait mouvoir la tige du piston. D′ une manivelle qui imprime à la fourchette D un mouvement alternatif horizontal. E, le volant. F, la manivelle à laquelle est appliquée la force motrice. G, une table en fonte de fer qui supporte la machine. H, la tige du piston. I, une douille qui sert à régler le mouvement de la tige du piston. *a*, un réservoir sphérique situé à l'origine du tuyau d'écoulement du gaz comprimé : il est destiné à retenir l'huile que le gaz pourrait entraîner. *cd* est le niveau de l'huile quand le piston est au commencement de sa course. *m*, la soupape de sortie ; *n*, la soupape d'entrée.

378. Des appareils de ce genre sont maintenant exclusivement employés dans les établissemens de gaz portatif. Dans la belle usine établie à Paris près de la barrière de Courcelle, dont les appareils ont été fabriqués par MM. Taylor et Martineau, il y a six pompes de compression construites d'après le principe que nous venons d'exposer ; elles sont mises en mouvement par une machine à vapeur de la force de dix chevaux. Ces pompes diffèrent de celle de M. Scavard en ce que l'espace qui est à l'extrémité du cylindre horizontal dans lequel se meut le piston a la forme d'un siphon renversé, dont la branche la plus voisine du piston est pleine d'eau, et l'autre de mercure. On m'a assuré que l'essai avait été fait en employant uniquement de l'eau ou de l'huile, mais que l'on n'avait point réussi, et qu'il était nécessaire de se servir du mercure. Je

n'ai pas pu savoir la cause de cette préférence que je ne conçois pas; mais comme je me suis assuré par moi-même que le corps de pompe renfermait du mercure, il faut bien qu'il y ait une raison pour préférer ce liquide, qui est beaucoup plus cher que les autres.

379. On a rencontré de grandes difficultés pour faire des robinets qui puissent tenir le gaz sous une aussi grande pression que celle que l'on emploie ordinairement; aucun des robinets anciennement connus n'a pu résister. Après un grand nombre d'essais infructueux on s'était arrêté à celui qui est représenté en coupe (fig. 114 B). L'extrémité A se visse sur le réservoir, et l'extrémité B au tuyau de distribution. Le canal par lequel le gaz doit s'écouler est brisé, et ses deux extrémités s'ouvrent à la surface d'un cône creux qui peut être exactement rempli par une tige en acier taraudée sur une grande partie de sa longueur, et qui est terminée par un carré qui sert à la faire tourner à l'aide d'une clef. Ce robinet, bien préférable aux anciens, était cependant encore sujet à laisser dégager du gaz; lorsque la tige conique était pressée avec force dans le cône de cuivre, le gaz s'échappait à travers la vis. On essaya de remédier à cet inconvénient en plaçant sur la tige un petit cône tronqué *a b*, qui était pressé par une pièce en cuivre *m n*, qui se montait à vis dans une cavité circulaire pratiquée à l'extérieur et autour de la tige; mais le même inconvénient se retrouvait encore, le gaz s'échappait par la vis de la pièce *mn*, et les mouvemens de la clé étaient extrê-

mement durs. Cependant faute de mieux on se contentait de ce robinet.

380. Mais on vient de découvrir un nouveau robinet qui ne laisse rien à désirer; le brevet d'invention a été cédé à M. Carrière, habile mécanicien, rue St.-Laurent, nº 6, qui s'occupe spécialement de tout ce qui est relatif à l'éclairage par le gaz. Ce nouveau robinet est représenté en coupe (fig. 114 C); aux deux extrémités se trouvent deux vis qui s'adaptent, l'une au réservoir, l'autre à l'extrémité des tuyaux de distribution; le canal de communication A B C avec le réservoir se recourbe à angle droit et vient s'ouvrir dans une cavité cylindrique GH pratiquée contre une des faces extérieures du robinet; le canal de communication DEF avec les tuyaux est disposé de la même manière : la seule différence consiste en ce que le tube BC se trouve au centre de la cavité GH, et que le tube E F se trouve à côté. On place d'abord dans cette cavité G H une rondelle de cuir gras *mn*, ayant la forme d'un anneau, et assez étroite pour ne pas fermer l'orifice F. Sur cette rondelle on pose un cercle d'acier très-mince dont la surface inférieure est garnie, à son centre, d'une goutte d'étain d'un diamètre plus grand que celui de l'orifice C; sur le cercle d'acier se place une pièce de cuivre *c d* ayant le même diamètre que la cavité GH, dans laquelle elle entre à vis; sa partie inférieure, un peu concave vers le centre, appuie par ses bords sur ceux du disque d'acier, et sert à le comprimer fortement contre la rondelle de cuir; le centre de cette

pièce GH est taraudé et reçoit une vis terminée par un disque plat. Cette vis, en descendant, appuie sur le disque d'acier, le courbe, et fait appliquer la goutte d'étain sur l'orifice C. Ainsi en élevant la vis on établit la communication entre les deux tuyaux ABC et FED, et en la baissant on l'intercepte complètement. Il est évident que, par cette disposition, quand la vis *cd* est suffisamment serrée, le robinet ne peut pas perdre à l'extérieur, et que l'ouverture C peut être fermée avec une très-grande exactitude par la pression de la vis *a*. Du reste, ce robinet a été essayé sous une pression de soixante atmosphères, et pendant plus de dix jours il n'a pas laissé échapper un atome de gaz.

381. Mais pour obtenir un éclairage uniforme au moyen du réservoir de gaz comprimé, il ne suffit pas d'avoir des robinets qui ferment exactement, il faudrait encore que pendant l'éclairage ils s'ouvrissent de manière à laisser toujours dégager la même quantité de gaz.

On conçoit en effet que si on laissait écouler le gaz comprimé par des ouvertures d'un diamètre invariable, pendant toute la durée de l'éclairage, la vitesse, d'abord très-grande, irait continuellement en décroissant, jusqu'à devenir nulle quand la force élastique du gaz renfermé dans le réservoir ne serait plus égale qu'à celle de l'atmosphère. Mais il est évident que l'on peut rendre l'écoulement uniforme en augmentant l'orifice d'écoulement à mesure que la vitesse diminue. Cette augmentation peut s'obtenir en

ouvrant de temps, en temps et toujours davantage, le robinet à mesure que le gaz se consomme; cette manœuvre est assujettissante, et on n'obtient jamais ainsi une flamme parfaitement uniforme. C'est cependant à quoi l'on est encore réduit, quoiqu'on ait fait beaucoup d'essais pour régler cet écoulement, parce que la première condition à remplir était d'avoir des robinets qui fermassent exactement, et que ce problème important n'a été résolu que très-récemment.

382. J'ai cependant vu chez M. Lacarrière, un appareil très-ingénieux pour régler l'écoulement du gaz, au moyen de sa force élastique elle-même. Voici en quoi il consiste; le tuyau de distribution communique avec un très-petit gazomètre dont la cloche n'est soumise qu'à une très-faible pression. Le gaz, avant de passer dans les becs, étant obligé de passer sous le gazomètre, celui-ci s'élève nécessairement quand la quantité de gaz est surabondante; mais le gazomètre en s'élevant ferme lui-même le robinet, et l'ouvre au contraire quand il descend. Pour produire cet effet, le gazomètre est soutenu par une chaîne qui s'enroule sur une poulie fixée perpendiculairement à la vis qui remplace la clé des robinets ordinaires; la chaîne est terminée par un contre-poids, M. Lacarrière m'a assuré que cet appareil remplissait parfaitement son objet. Je ne doute pas d'après cela que cet appareil peu volumineux et d'un service facile ne soit bientôt généralement adopté.

383. Jusqu'ici les usines aux gaz portatifs n'ont point réussi en France, à l'exception de celle de Bordeaux

qui, d'après ce qui m'a été rapporté, est dans un état prospère. Cependant il est probable que la belle usine établie par MM. Taylor et Martineau finira par devenir avantageuse à ses propriétaires; car si cette usine n'a encore offert que des pertes, cela tient principalement aux difficultés qu'on a rencontrées dans la construction des pompes et des robinets, et à la lenteur avec laquelle le public change ses habitudes, malgré les avantages réels qu'on lui présente : l'usine de Bordeaux n'a point eu d'essai à faire, les frais d'établissement ont été beaucoup plus petits, et c'est probablement à cette cause, jointe à l'absence de la concurrence des usines de *gaz-ligth* qu'on doit attribuer sa réussite. A Paris, les usines de gaz de la houille sont assez multipliées, mais elles sont bien éloignées de pouvoir suffire à l'éclairage de tous les établissemens; ainsi les usines au gaz portatif peuvent encore obtenir un grand nombre de consommateurs.

384. Depuis quelque temps on s'occupe beaucoup de simplifier les appareils pour la compression du gaz de l'huile, car ces appareils exigent une dépense considérable. L'établissement de MM. Taylor et Martineau a coûté, dit-on, plus 500,000 francs. On a fait des essais pour décomposer l'huile dans des vases parfaitement clos, dans lesquels le gaz se comprime de lui-même à mesure de sa formation, et que l'on peut mettre en communication avec les réservoirs; les cylindres dans lesquels la décomposition a lieu, sont en fer forgé, et sont environnés d'argile maintenue par une chemise de tôle. Je ne sais pas si ces essais ont été faits sur de

grandes dimensions, et s'ils ont réussi. Ce mode d'opération présente de grandes difficultés, car la décomposition de l'huile n'ayant lieu que quand la cornue est incandescente, la ténacité du métal est beaucoup diminuée, et il faut par conséquent qu'il soit d'une grande épaisseur pour résister à l'énorme pression du gaz; d'un autre côté, la fermeture du cylindre et l'introduction régulière de l'huile me paraît bien difficile à établir sous une grande pression.

385. On prétend que d'autres personnes ont imaginé de transporter à domicile, le gaz de l'huile non-comprimé, dans de grands ballons faits avec une étoffe imperméable que l'on viderait dans des gazomètres placés dans chaque lieu de consommation, ou qui serviraient eux-mêmes de réservoirs; mais indépendamment des difficultés de ce mode de transport, le gazomètre dans chaque lieu de consommation, ou simplement le grand ballon de gaz, occuperait un espace trop considérable pour qu'un grand nombre d'établissemens pussent adopter ce mode d'éclairage; d'ailleurs une piqûre faite au ballon par la malveillance ou un accident, pourrait trop facilement laisser dégager du gaz. Au reste, tout ce que je viens de dire n'est encore qu'en projet.

CHAPITRE VI.

COMPARAISON DES DIFFÉRENS SYSTÈMES D'ÉCLAIRAGE.

386. Nous avons déjà fait connaître (11) le procédé que l'on emploie pour mesurer les intensités des lumières données par deux appareils différens d'éclairage; mais il nous reste beaucoup de détails à donner sur la manière de faire ces expériences.

387. Nous avons dit que les deux ombres formées sur le tableau, étaient deux parties de ce tableau, qui n'étaient éclairées chacune, que par une seule lumière; que par conséquent, quand elles avaient la même intensité, chacune des deux flammes envoyait à ces portions du tableau la même lumière, et que les intensités des flammes étaient en raison directe du carré de leur distance au tableau; ainsi toute la difficulté de l'expérience consiste à apprécier la plus petite différence entre les teintes des deux ombres.

388. Cette appréciation présente de grandes difficultés. Plusieurs physiciens même ne pensent pas que l'on puisse obtenir un degré suffisant de précision; j'étais de ce sentiment; car lors de mes premières expériences, je trouvai de si grandes différences dans les intensités de deux lumières observées à des intervalles assez rapprochés, pour qu'on ne puisse pas supposer

qu'elles aient sensiblement varié, que j'étais tenté de regarder ce mode d'observation comme tout-à-fait inexact. Mais ces anomalies ne proviennent pas, comme on l'a cru jusqu'ici, de la difficulté d'apprécier de petites différences dans les teintes des ombres, elles proviennent de ce que les apparences des ombres dépendent de la position de l'observateur, et que les variations sont alors d'autant plus grandes que les ombres sont plus éloignées, et que le réflecteur a une surface plus lisse.

367. En effet, si on place sur la table devant le tableau deux lumières, et qu'on les dispose de manière à ce que les ombres soient écartées, et que l'ombre la plus voisine de l'observateur ait une teinte un peu plus foncée que l'autre, en observant ces ombres de l'autre côté de la table, les différences seront en sens contraire; celle qui était la plus claire deviendra la plus foncée. Si la différence des deux ombres était très-grande lorsqu'on les observe d'un côté du tableau, il pourrait arriver que de l'autre côté la différence fût encore dans le même sens, c'est-à-dire que celle qui paraissait d'abord la plus foncée le parut encore, mais la différence serait beaucoup moins considérable.

389. Lorsque j'eus observé ce fait, j'essayai de prendre un tableau translucide et d'observer les ombres à travers, mais je remarquai les mêmes variations; et elles étaient beaucoup plus sensibles, car une variation de distance de l'œil de quelques centimètres faisait changer les teintes des ombres d'une manière prodigieuse; je remarquai que l'ombre était beaucoup

plus foncée lorsque l'œil était dans la direction de la lumière, et qu'elle devenait d'autant plus claire que l'on s'écartait davantage de cette direction.

390. Dans tous les cas que nous venons de décrire, les différences de teintes, quand on change de position, sont d'autant plus grandes que les ombres sont plus écartées; elles sont extrêmement faibles lorsque les ombres sont étroites et tangentes.

391. L'explication de ce phénomène me paraît reposer uniquement sur ce qu'il n'existe aucun corps qui disperse complètement la lumière, et que tous, quelque ternes qu'ils soient, renvoient toujours plus de lumière dans la direction où se ferait la réflexion régulière, s'ils étaient polis, que dans toute autre.

392. Soit AB (fig. 115) un corps opaque blanc, *a* un corps lumineux, *m* un corps opaque noir : l'ombre *b'* portée sur AB paraîtra plus foncée lorsqu'on l'observe en P que quand on l'observe en Q; c'est un fait qu'il est facile de vérifier, et dont la cause est facile à concevoir. En effet le corps AB, quoique dispersant la lumière, doit en réfléchir davantage dans les directions où se ferait la réflexion régulière : les rayons qui se réfléchissent autour de l'ombre doivent donc avoir une plus grande intensité dans la direction de P que dans la direction de Q; par conséquent l'ombre *b'* doit paraître plus forte du point P que du point Q.

393. Si maintenant nous plaçons deux lumières en avant du tableau AB (fig. 116) à des distances telles que les deux ombres *a'* et *b'* aient des intensités égales, il est évident que, si l'œil est placé en P, l'ombre *b'* devra

paraître plus intense que l'ombre a', et que ce sera le contraire si on se place en Q. Mais la différence que l'on observe alors provient non-seulement de la différence d'éclat des parties qui environnent l'ombre, mais encore d'une différence dans l'intensité même des ombres; car l'ombre b' est éclairée par b, et rayonne beaucoup plus vers Q que vers P; et, au contraire, l'ombre a' qui est éclairée par a rayonne plus vers P que vers Q. On voit aussi pourquoi les différences de teintes augmentent avec l'écartement des deux ombres, et pourquoi elles sont très-faibles quand les ombres se touchent; c'est qu'à mesure que les ombres sont plus écartées, chacune d'elles est éclairée plus obliquement, et une plus grande quantité de lumière rayonne régulièrement; quand elles se touchent, elles sont éclairées presque perpendiculairement, et par conséquent les ombres envoient de la lumière presque également dans tous les sens.

394. Les anomalies semblables qu'on observe quand on regarde les ombres à travers un corps translucide, tel que du papier, de la toile, est due à une cause semblable. En effet, on sait qu'en regardant à travers un corps translucide, on aperçoit toujours plus ou moins le corps éclairant; ainsi, parmi les rayons qui traversent le corps, il y en a un très-grand nombre qui s'écartent peu de la direction qu'ils auraient, si le corps était transparent. Par conséquent, l'espace qui environne l'ombre est d'autant plus lumineux, qu'on se rapproche davantage de la direction de l'ombre; et comme l'intensité absolue de l'ombre diminue à mesure qu'on

se rapproche de la direction des rayons qui les éclairent, ces deux effets concourent à augmenter l'intensité de l'ombre dont on est le plus rapproché.

395. Comme la dispersion par réflexion est beaucoup plus complète que par réfraction, les variations dont nous venons de parler sont beaucoup plus grandes sur un tableau transparent, à travers lequel on observe les ombres, que sur un tableau opaque.

396. Voici maintenant la méthode d'observation qui m'a paru préférable, et au moyen de laquelle on obtient une très-grande précision dans l'estimation de l'intensité de deux lumières. J'observe d'abord les deux ombres de manière à ce que toutes deux soient successivement vues de chaque côté du corps qui les produit, et à égale distance : je me sers pour cela d'une bonne lunette de spectacle. Je fais varier les distances des flammes jusqu'à ce que, dans ces deux positions, j'aperçoive des différences en sens contraire : alors les distances des lampes sont très-voisines de celles qu'elles doivent avoir pour donner des ombres égales ; pour qu'elles le soient, il faut que les différences que l'on observe de chaque côté soient égales, et que les deux ombres vues à la fois de chaque côté du corps opaque soient parfaitement égales. Ces trois observations, qui se servent mutuellement de vérification, conduisent, avec un peu d'habitude, à une précision extrême. On peut aussi, en employant un écran étroit, rapprocher assez les ombres pour qu'elles se touchent : alors les variations de teintes sont très-faibles quand on change de position, et on pourrait se contenter de les observer d'un seul point.

397. Pour éviter les fortes pénombres, qui sont toujours un obstacle pour bien juger les teintes des ombres, je place le corps opaque très-près du tableau.

398. Lorsque l'on veut faire un grand nombre d'observations, il est très-commode de tracer des divisions sur la table elle-même, pour y lire les distances des lampes aux ombres qu'elles éclairent. Par ce moyen, une observation n'exige pas plus de deux minutes. Je me sers ordinairement d'une table CCDD (fig. 117) d'environ 2 mètres de longueur sur 80 centimètres de largeur; à une des extrémités je place le tableau AB recouvert de papier blanc non-lisse maintenu dans une position verticale par deux petites consoles P et Q; par le point M, centre du corps opaque, je trace deux lignes Mf et Mg également inclinées sur la ligne milieu xy, et dont les extrémités b' et a' sont les axes des deux ombres; il faut incliner ces lignes de manière que la distance des ombres soit un peu plus petite que le diamètre du corps opaque, ou qu'elles soient tangentes, suivant la méthode d'observation qu'on veut employer. Je divise ces lignes en décimètres et en centimètres à partir des points a' et b'; c'est sur ces lignes que je place les centres des supports de lampes ou des chandelles. La distance des ombres est toujours la même, quelle que soit la position des lampes. Pour déterminer la distance de chaque lampe à l'ombre qu'elle éclaire, il faudrait rigoureusement prendre la distance du centre de la lampe b, au point a'; mais, comme la distance du point b au point a' diffère très-peu de la distance du

point b au point b', on peut prendre cette dernière pour la première sans qu'il en résulte d'erreur sensible, or cette dernière s'obtient très-facilement en prenant la demi-somme des distances des deux extrémités z et z' du diamètre du pied de la lampe. Quand le bec n'est pas placé au centre du pied, on suspend à son centre un fil à plomb : son point de rencontre avec la division marque alors la distance du centre du bec à l'ombre.

399. Quand les flammes sont à des hauteurs inégales, il faut élever celle qui est la plus basse au niveau de l'autre, et observer toujours les ombres à la hauteur des flammes, parce que la lumière qui est envoyée sous des directions inclinées est en partie arrêtée par les bords du bec, et par conséquent a une intensité plus faible.

400. Lorsque les lumières sont colorées, les ombres le sont également; alors il est beaucoup plus difficile de bien juger leur intensité. On les observe alors beaucoup mieux du point x, le corps opaque noir interposé rend les différences de teinte moins sensibles.

401. Le corps opaque M est une tige de fer cylindrique dont la partie supérieure est noircie à la flamme d'une lampe afin d'éviter les réflexions qui pourraient nuire à la netteté des ombres, et pour rendre celles-ci plus distinctes lorsqu'on les observe du point x.

402. Lorsqu'on compare des chandelles et des bougies, il faut qu'elles soient dans le même état, car la longueur de la mèche a une très-grande influence sur la lumière qu'elles émettent, et surtout qu'il n'y ait

pas de courans d'air, car alors l'intensité des flammes varierait à chaque instant.

403. Lorsqu'on compare des lampes entre elles, il faut nécessairement employer la même huile et les mêmes mèches, mais cela ne suffit pas. Nous verrons plus tard que la hauteur de la mèche a une grande influence sur la quantité de lumière produite, et sur la quantité d'huile consommée; et qu'à mesure qu'on élève la mèche on augmente la lumière dans un bien plus grand rapport que la consommation d'huile. Il est donc nécessaire, pour mettre les lampes dans des états comparables, d'élever les mèches, et de donner aux flammes le plus grand développement possible sans produire de fumée; les lampes produisent alors-non seulement le maximum de lumière, mais encore le plus grand effet relativement à la consommation de l'huile.

404. Quand on veut comparer les lampes sous le rapport de la lumière et de la consommation d'huile, il faut les peser avec soin avant et après l'éclairage et noter exactement l'instant du commencement et de la fin de l'éclairage, on a alors tous les élémens nécessaires pour déterminer la consommation par heure.

405. J'ai dit qu'avec cette méthode on pouvait parvenir à une très-grande exactitude dans la mesure des intensités de deux lumières. Voici de quelle manière on peut s'en assurer; si on prend deux lampes, et que dans un temps très-court on mesure plusieurs fois le rapport de leur intensité en employant des distances différentes, on devra trouver des nombres très-peu différens, si la méthode est exacte; car,

dans un temps très-court, l'intensité de la lumière des lampes ne varie pas sensiblement. J'ai fait cette expérience sur une lampe de Carcel et sur une des petites lampes hydrostatiques de M. Thilorier. Quatre observations successives ont été faites en 5 minutes ; le tableau suivant présente les nombres observés et les rapports obtenus.

Expériences.	DISTANCES		CARRÉS DES DISTANCES.		INTENSITÉS	
	DE LA LAMPE DE CARCEL.	DE LA LAMPE HYDROSTATIQUE.	DE LA LAMPE DE CARCEL.	DE LA LAMPE HYDROSTATIQUE.	DE LA LAMPE DE CARCEL.	DE LA LAMPE HYDROSTATIQUE.
1ère	143	140	20,449	19.700	100	95, 8
2e	117	114	13,689	12,996	100	94, 9
3e	107	104	11,449	10,816	100	94, 5
4e	87	85	7,569	7,225	100	95, 3

406. Les nombres inscrits dans les deux premières colonnes sont donnés par l'observation, ceux des 3e et 4e colonnes ont été obtenus en multipliant ces nombres par eux-mêmes ; la 5e contient l'intensité de la lampe de Carcel, représentée par 100, et les nombres de la dernière colonne ont alors été obtenus en divisant les nombres de la 4e colonne par ceux de la 3e, et en prenant au quotient deux chiffres entiers.

407. Il résulte de là que l'intensité de la lampe de Carcel étant 100, les nombres qui représentent l'intensité de la lampe hydrostatique sont 95, 8 ; 94, 9 ; 94, 5 et 95, 3. Les nombres qui diffèrent le plus sont le premier et le 3e ; leur différence est 1, 3, ce qui fait

moins d'un centième et demi de l'intensité totale. Cette différence est très-petite, et on ne peut pas espérer une plus grande précision, car le plus faible courant d'air, la moindre agitation de la flamme produisent des différences au moins aussi considérables dans l'intensité réelle de la lumière.

408. Dans toutes les expériences que j'ai faites, j'ai toujours pris pour terme de comparaison une lampe à mouvement; comme j'ai souvent eu pour but de mesurer les variations d'intensité des lampes pendant 6 et même 7 heures, il était important de s'assurer de la permanence d'intensité de la flamme d'une lampe à mouvement. Le moyen qui paraît d'abord le plus simple, serait de la comparer à un bec de gaz alimenté par un réservoir soumis à une pression constante; mais il est très-difficile de s'assurer que cette pression ne varie pas, et quand la prise du gaz ne se fait pas près du gazomètre, l'éclairage des becs voisins ou leur suspension produit souvent des variations très-notables dans l'intensité de la lumière. J'ai préféré vérifier la constance de la lumière par le procédé suivant. J'ai pris deux lampes semblables; elles ont été allumées en même temps, et j'ai mesuré le rapport de leur intensité; alors j'en ai éteint une sans toucher à la mèche, et j'ai arrêté le mouvement. Une heure après j'ai remis le mouvement en activité et je l'ai rallumé, toujours sans toucher à la mèche; elle se trouvait alors dans le même état que lors de la première comparaison, et j'ai mesuré son intensité relativement à la première. J'ai répété ces expériences d'heure en heure, et

voici les résultats que j'ai obtenus : la lampe que je désigne sous le n° 1 est celle qui est restée continuellement allumée. Le n° 2 est celle qui ne l'a été que pendant la durée des observations.

HEURES DES observations.	INTENSITÉS DE LA LAMPE N° 1.	INTENSITÉS DE LA LAMPE N° 2.
5 h 30 ...	100	 100
6, 30 ...	103	 100
7, 30 ...	116	 100
8, 30 ...	110	 100
9, 30 ...	117	 110
10, 30 ...	117	 100
11, 30 ...	117	 100
12, 30 ...	117	 100

409. On voit d'après ce tableau que l'intensité de la lampe qui est restée continuellement allumée a été croissante pendant les 4 premières heures, et qu'elle est devenue ensuite permanente. Ce résultat m'avait d'abord surpris ; mais j'ai depuis reconnu que toutes les autres lampes augmentent également d'intensité au commencement de leur ignition ; mais la durée de cet accroissement est beaucoup plus petit.

410. La cause de ce phénomène singulier réside dans la perte de chaleur qui a lieu au commencement de la combustion, et qui cesse après un certain temps ;

perte qui, comme nous l'avons déjà dit, diminue beaucoup la lumière. Cette perte pour les lampes ordinaires est due à l'échauffement du bec et de la cheminée, qui absorbent une quantité de chaleur qui va en décroissant, et qui est sensiblement nulle quand ces objets ont atteint le *maximum* de température qu'ils peuvent acquérir. Dans la lampe de Carcel, c'est l'échauffement de la cheminée et de l'huile qui enlève de la chaleur à la flamme dans les premières heures de la combustion; mais comme l'échauffement de l'huile ne s'arrête que quand l'huile du réservoir a acquis la température de celle qui passe sur le bec et qui s'extravase, on conçoit qu'il faut beaucoup plus de temps pour que l'intensité de la lumière devienne uniforme.

411. Ainsi la lampe de Carcel et toutes les autres lampes à mouvement d'horlogerie ne sont constantes que plusieurs heures après qu'elles ont commencé à brûler, et pendant ces premières heures, la lumière augmente de 0,17 de son intensité primitive.

412. Malgré ces inégalités, j'ai pris les lampes à mouvement pour terme de comparaison; ainsi les tables que nous rapporterons par la suite ne sont rigoureusement exactes que par rapport à la lampe qui a servi d'unité. Si cependant on voulait avoir les variations absolues d'intensité, au moyen du tableau précédent on les ramènerait facilement à une unité constante, l'intensité de la lampe à mouvement quand elle est devenue permanente; je n'ai point fait ces calculs, attendu qu'ils me paraissent inutiles: car ce qui importe dans l'éclairage, c'est d'avoir le

rapport de toutes les lampes à celle qui est reconnue pour la meilleure.

Après ces détails indispensables nous allons comparer les différens systèmes d'éclairage.

COMPARAISONS DE L'ÉCLAIRAGE PAR LES MATIÈRES SOLIDES.

413. Les matières solides que l'on emploie dans l'éclairage sont, comme nous avons déjà vu, le suif, la stéarine des suifs, l'acide stéarique, la cire et le blanc de baleine. Comme la combustion de ces différentes substances produit des flammes qui éprouvent de grandes variations pendant leur durée, suivant la grandeur de la mèche, nous commencerons par examiner ces variations.

414. Toutes les chandelles, lorsqu'on les allume avec une mèche très-courte, ont d'abord une intensité croissante, et lorsque la mèche est parvenue à une certaine longueur, l'intensité va en décroissant jusqu'à ce que la mèche sorte de la flamme et se brûle ; alors elle reste sensiblement stationnaire ; mais si il se forme des champignons à l'extrémité de la mèche par un dépôt de charbon, l'intensité de lumière décroît encore.

Variations d'intensité d'une chandelle de 6 à la livre, à partir de son maximum, comparée à une lampe à mouvement.

HEURES DES observations.	INTENSITÉ DE LA LUMIÈRE DE LA CHANDELLE	
	CELLE DE LA LAMPE ÉTANT 100.	COMPARÉE A CELLE DE LA 1re OBSERVATION REPRÉSENTÉE PAR 100.
8h. 27'..	10, »	 100
8, 30 ...	9, 2	 92
8, 40 ...	5, »	 50
8, 42 ...	4, 37	 41
8, 46 ...	3, 84	 38
8, 48 ...	3. 40	 34
8, 50 ...	3, 25	 32
8, 55 ...	2, 50	 25
8, 58 ...	2, 09	 20
9, » ...	1, 90	 19
9, 2 ...	1, 75	 17
9, 6 ...	1, 4	 14
9, 10 ...	1, 4	 14

415. Ainsi dans une demi-heure l'intensité de la lumière est tombée de 100 à 20, et dans 39 minutes de 100 à 14; après elle est restée sensiblement stationnaire. Si on mouchait la chandelle, elle reprenait son intensité primitive 100.

416. M. de Rumfort avait trouvé qu'en représentant l'intensité de la flamme d'une chandelle par 100
en 11 minutes elle était réduite à 39

en 19 minutes à 23
en 29 minutes à 16

Les variations que j'ai observées ne sont point aussi grandes; cette différence est probablement due à la différence de qualité des chandelles.

417. Les mêmes variations se manifestent dans toutes les autres chandelles. Les chandelles qu'on désigne sous le nom de chandelles économiques, qui sont principalement formées de la stéarine du suif, éprouvent des variations beaucoup plus faibles, comme on le verra par le tableau suivant.

Variations d'intensité d'une chandelle de 5, dite économique, à partir de son maximum, comparée à une lampe à mouvement.

HEURES DE l'observation.	INTENSITÉ DE LA LUMIÈRE DE LA CHANDELLE — CELLE DE LA LAMPE ÉTANT 100.	INTENSITÉ DE LA LUMIÈRE DE LA CHANDELLE — COMPARÉE A CELLE DE LA 1re OBSERVATION REPRÉSENTÉE PAR 100.
6 h. 50 ...	9, 10	 100
6, 55 ...	7, »	 76
7, » ...	5, 06	 55
7, 5 ...	4, 05	 44
7, 10 ...	3, 60	 39
7, 15 ...	2, 95	 32
7, 20 ...	2, 75	 30
7, 25 ...	2, 19	 24
7, 30 ...	1, 40	 15

418. On voit d'après le résultat de ces expériences que ces chandelles éprouvent moins de variations que les autres, puisque en 30 minutes la lumière n'est descendue que de 100 à 32, tandis que dans la chandelle ordinaire elle est tombée de 100 à 20. Mais elles parviennent, dans un temps à peu près double, comme la chandelle ordinaire, à une intensité sensiblement constante et à peu près dans le même rapport de leur intensité maximum. L'intensité minimum peut encore être diminuée par la formation des champignons sur la partie de la mèche qui traverse la flamme, mais quand ils sont brûlés ou qu'ils tombent, la lumière reprend sa première intensité permanente.

419. Nous avons déjà dit (111) que la cause de cette diminution de lumière résidait dans la présence d'un grand volume de mèche charbonnée au milieu de la flamme; aussi dans les chandelles dites économiques, dont les variations d'intensité sont beaucoup plus petites que celles des chandelles ordinaires, la mèche est beaucoup plus petite.

420. J'ai voulu vérifier si, comme on le prétend, les chandelles non mouchées consomment réellement beaucoup plus de suif que celles qui ne le sont pas. Pour cela, j'ai pesé deux chandelles prises dans le même paquet, et je les ai fait brûler pendant quatre heures, l'une a été régulièrement mouchée et l'autre ne l'a pas été; j'ai trouvé, après les avoir pesé de nouveau, que la première avait consommé 31 grammes de suif, et l'autre 31 grammes 25 centièmes. D'autres expériences m'ont donné sensiblement les mêmes résul-

tats. Ainsi, l'accroissement de consommation dans les chandelles non mouchées est très-petit.

421. Examinons maintenant les bougies. En mesurant avec beaucoup de soin la lumière émise par une bougie pendant sa combustion, j'ai trouvé les résultats suivans, qui ont été confirmés par un grand nombre d'expériences.

422. Si on allume une bougie de cire, d'acide stéarique ou de blanc de baleine, la mèche étant très-courte, l'intensité de la lumière va en croissant jusqu'à ce que la mèche soit assez longue pour sortir de la partie blanche de la flamme : la lumière est alors à son maximum. S'il ne se forme point de champignon à l'extrémité de la mèche la lumière reste constante, mais s'il s'en forme, la lumière baisse pendant quelques minutes, jusqu'à ce qu'il soit consumé; alors la lumière revient à son maximum d'intensité. Ces intermittences se succèdent avec une assez grande régularité. Les bougies d'acide stéarique sont les seules qui aient manifesté ces petites intermittences d'une manière bien sensible; elles étaient cependant faibles et de courte durée.

Maximum d'intensité des bougies rapportée à celle d'une lampe à mouvement d'horlogerie brûlant 42 grammes d'huile par heure, et qui est représentée par 100.

Bougie de cire pure	13,61
Bougie de blanc de baleine.	14,40
Bougie d'acide stéarique	14,30

423. Dans le tableau suivant, j'ai indiqué les in-

tensités relatives des chandelles et des bougies, les consommations par heure, et les prix auxquels reviennent ces divers éclairages. Les intensités sont toujours comparées à celle d'une lampe à mouvement d'horlogerie brûlant 42 grammes d'huile à l'heure. J'ai pris pour intensité des chandelles, leur intensité moyenne pendant 10 minutes, qui est ordinairement le temps qu'on les laisse brûler sans les moucher; quant aux bougies, j'ai pris leur intensité maximum.

	INTENSITÉS.	CONSOMMATION PAR HEURE.	PRIX DU KILOGR.	DÉPENSE PAR HEURE.
			fr. c.	fr. c.
Chandelle de 6....	10, 66	8, 51	1, 40	» 012
Chandelle de 8....	8, 74	7, 51	1, 40	» 010
Chandelle dite économique de 5...	7, 50	7, 42	2, 40	» 017
Bougie de cire de 5	13, 61	8, 71	7, 60	» 066
Bougie de blanc de baleine de 5....:	14, 40	8, 92	7, 60	» 068
Bougie d'acide stéarique de 5......	14, 40	9, 33	6, »	» 055

424. On voit, à l'inspection de ce tableau, 1° que, dans l'éclairage par les chandelles de 6 et de 8, la consommation, relativement à la quantité de lumière fournie, est plus grande pour les dernières que pour les premières.

425. 2° Que les prétendues chandelles économiques ne le sont réellement pas, puisqu'elles coûtent par

heure plus que les chandelles ordinaires, et qu'elles donnent moins de lumière ; elles ont cependant l'avantage d'être moins susceptibles de couler que les chandelles ordinaires, d'être plus sèches, plus blanches, et de ne pas avoir une aussi mauvaise odeur, et enfin d'exiger plus rarement d'être mouchées ;

426. 3° Que la dépense par heure pour l'éclairage par les bougies de cire et de blanc de baleine diffère peu : la seule raison qui peut décider du choix, c'est la beauté de la matière. Or, celles de blanc de baleine ont un éclat et une translucidité qui plaisent beaucoup et qui les font préférer en général à celles de cire. Quant à celles d'acide stéarique, elles sont aussi bonnes que les autres à l'usage, et sont un peu meilleur marché, mais elles ont un aspect mate et une teinte jaune peu agréable ; si on ne parvient pas à leur donner une teinte plus brillante, ou si ce défaut n'est pas compensé par un prix beaucoup moins élevé, je doute qu'elles deviennent d'un grand usage ; car on leur préférera toujours, et avec raison, les bougies de cire ou de blanc de baleine.

427. Si on répétait les expériences dont nous venons de donner les résultats, avec des matières qui ne fussent pas identiques avec celles qui ont été employées, on trouverait nécessairement quelques différences ; elles seraient probablement très-faibles pour les bougies, parce que les matières premières étant toujours les mêmes, elles ne pourraient différer que par les mèches. Mais il n'en serait pas de même des chandelles : car le suif peut être plus ou moins bon, les mèches plus

ou moins grosses, et les chandelles plus ou moins vieilles; circonstances qui ont toutes une grande influence sur la combustion, et qui pourraient changer notablement les nombres consignés dans les tableaux précédens, du moins sous le rapport de la consommation. Cependant, si les chandelles sont de bonne qualité et ne coulent pas, je ne pense pas que les différences puissent être bien considérables (1).

428. On voit d'après ce qui précède que la grande différence qui existe entre les bougies et les chandelles consiste en ce que l'intensité de la lumière des bougies augmente à mesure que la mèche s'allonge, et qu'au contraire celle des chandelles diminue à mesure que la mèche augmente. La cause de cette différence consiste en ce que la cire se décompose dans toute la partie noire de la mèche, et que le suif se volatilise en totalité presqu'au commencement de la partie noire de la mèche : c'est ce que l'on peut facilement vérifier en mouchant une bougie et une chandelle; la mèche charbonnée de la première contient de la cire, et la dernière est parfaitement sèche. On conçoit d'après cela que dans les bougies on peut obtenir une grande flamme avec une petite mèche, parce que la longueur de la mèche qui traverse la flamme compense son épaisseur, mais qu'il ne peut pas en être ainsi

(1) Les bougies de cire et de blanc de baleine dont je me suis servi provenaient de la fabrique de M. Debitte, rue du Roule, n° 16, les bougies d'acide stéarique provenaient de celle de M. Cambacérès, rue de Buffon, n° 11; quant aux chandelles, c'était la qualité ordinaire répandue dans le commerce.

dans les chandelle, puisque la matière grasse est volatilisée presqu'à l'origine de la flamme. D'où il suit que l'on ne pourra jamais fabriquer avec le suif des chandelles dont la combustion présente les même phénomènes que les bougies, parce que le suif se décompose bien plus facilement, et a une température beaucoup plus basse que la cire.

COMPARAISON DES DIFFÉRENS MODES D'ÉCLAIRAGE A L'HUILE.

429. L'intensité de la lumière fournie par les lampes, ainsi que sa permanence, indépendamment de la qualité des huiles et des mèches, dépendent d'un très-grand nombre de circonstances particulières. Jusqu'ici on a donné une importance trop exclusive au mode d'alimentation, et on a trop négligé la forme et la disposition des becs.

430. Nous examinerons successivement les circonstances qui influent sur l'intensité de la lumière et sur sa permanence.

431. Les dispositions qui modifient l'intensité de la lumière et l'emploi plus ou moins avantageux de l'huile sont : 1° le diamètre intérieur du bec; 2° le rapport des deux courans d'air; 3° la hauteur du coude de la cheminée; 4° le diamètre de la cheminée au-dessus du coude; 5° la hauteur de la cheminée; 6° la hauteur du réservoir d'huile; 7° la hauteur de la mèche au-dessus du bec.

432. *Influence du diamètre intérieur du bec*. Jusqu'ici on a beaucoup fait varier les diamètres des becs, sui-

vant qu'on a voulu obtenir plus ou moins de lumière ; mais il est facile de voir que toutes les dimensions ne sont pas également bonnes pour obtenir de la combustion de la même quantité d'huile le plus de lumière possible. En effet, l'échauffement mutuel des différentes parties de la flamme est une circonstance qui a une grande influence sur la lumière qu'elle produit, et cette influence doit diminuer à mesure que le diamètre du bec augmente ; de plus, à mesure que le diamètre du bec s'agrandit, le courant d'air intérieur augmente aussi d'épaisseur, sa partie centrale se trouve plus éloignée de la flamme, et par conséquent une plus grande portion d'air s'écoule sans servir à la combustion, et en s'échauffant inutilement. D'un autre côté, lorsque le bec est trop petit, le courant d'air central devient trop faible, ou bien il faut une trop grande hauteur de cheminée pour le rendre suffisant. C'était donc un objet très-important que de déterminer par des expériences précises, en mesurant exactement l'intensité de la lumière produite, et la quantité d'huile consommée, quel est le diamètre des becs les plus avantageux.

433. J'ai fait à ce sujet quelques expériences : quatre becs de calibres différens, semblables, alimentés par la même manière, m'ont donné les résultats suivans :

DIAMÈTRE DU COURANT D'AIR INTÉRIEUR.	INTENSITÉ DE LA LUMIÈRE.	CONSOMMATION PAR HEURE.
millimètres.		grammes.
16.	107, 66.......	.....51, 14
12.	80, »	.....36, 61
9.	75, 16.......	.....31, 85
6.	45, »	.....17, 16

434. Il résulte de ces expériences que la quantité de lumière donnée par la même quantité d'huile est d'autant plus grande que le calibre du bec est plus petit ; car

100 parties d'huile dans le 1er bec donnent 215 de lumière.
................dans le 2e............218.
.... dans le 3e............235.
................dans le 4e............260.

Je dois dire cependant que les becs d'un très-petit calibre ne produisent un bon effet qu'autant qu'on renforce le courant central en diminuant les ouvertures du courant extérieur.

435. *Influence du rapport des deux courans.* Le rapport et la grandeur absolue des deux courans d'air ont une grande influence sur la forme, la blancheur et l'intensité de la flamme. Quand le courant extérieur est trop considérable, la flamme s'éfile, s'allonge, et si la différence des deux courans est trop considérable, la combustion n'est pas complète. Quand, au contraire, c'est le courant intérieur qui est dominant, la flamme

se renfle, augmente de hauteur, et si le courant extérieur est trop faible, il se dégage de la fumée.

Entre ces limites extrêmes il y a, pour chacun de ces courans, des dimensions qui sont plus avantageuses que toutes les autres pour produire une belle flamme, pour produire le plus de lumière avec la même consommation d'huile, et enfin pour obtenir la flamme la plus permanente, c'est-à-dire dont l'intensité diminue le moins possible.

L'influence de l'étendue des deux courans sur la forme de la flamme est facile à concevoir. Il en est de même de l'influence de ces courans sur la quantité de lumière produite; car il est évident qu'il faut, pour obtenir le maximum de la lumière, que la quantité d'air qui afflue sur la flamme excède peu celle qui est nécessaire pour la combustion.

436. *Influence du coude de la cheminée.* Le coude de la cheminée, comme nous l'avons déjà dit, retrécit le courant d'air, le dirige sur la flamme, et rend la combustion plus complète. Mais l'influence du coude de la cheminée n'est favorable qu'autant qu'il est à une distance convenable de la mèche; placé trop haut ou trop bas, il fait fumer. La distance la plus convenable varie avec la nature de l'huile et l'état de l'air. Il était important de pouvoir la faire varier à volonté, aussi, dans les appareils de combustion faits avec soin, comme les lampes à mouvement de pendule, la robe du bec dans laquelle s'emboîte la cheminée, peut monter ou descendre; et dans les becs sinombres, la cheminée entre à frottement dans la galerie, et peut en-

core être facilement placée à la hauteur convenable.

437. *Influence du diamètre supérieur de la cheminée.* Le diamètre de la cheminée au-dessus du coude est en général beaucoup plus grand qu'il ne devait être; car en le rétrécissant on obtient beaucoup plus de blancheur dans la flamme et un plus grand effet utile de l'huile. Mais les cheminées étroites s'échauffent beaucoup et cassent souvent; cet inconvénient y a fait renoncer. On pourrait obtenir l'effet des cheminées étroites en évitant l'inconvénient dont nous venons de parler. Il faudrait pour cela placer au sommet de la cheminée un obturateur circulaire semblable à une clef de poêle, mais dont le diamètre ne serait que le tiers de celui du tuyau (fig. 48); cet obturateur, formé d'une feuille mince de platine, serait fixé à un axe qui pourrait tourner à frottement dur entre deux tourillons et pourrait être amené et fixé dans la position convenable à l'aide d'un bouton qui terminerait l'axe.

438. *Influence de la hauteur de la cheminée.* Nous avons déjà dit que la cheminée augmentait la rapidité du courant d'air. Mais cette rapidité n'est avantageuse que jusqu'à une certaine limite, au-delà de laquelle elle est nuisible; car l'accroissement de vitesse du courant d'air augmente l'énergie de la combustion, et par conséquent la vivacité de la lumière produite, tant que l'air n'arrive pas en excès; alors la flamme, de rougeâtre et fuligineuse qu'elle était d'abord, prend une teinte de plus en plus blanche; mais quand l'air arrive en excès, elle devient à la vérité plus brillante, mais

d'un moindre volume, de sorte qu'elle perd une grande partie de son intensité. Ainsi il y a une hauteur de cheminée qu'il faut atteindre, mais qu'il ne faut pas dépasser. Cette hauteur doit varier suivant la qualité des huiles et la température de l'air. Il serait donc avantageux que les lampes d'Argand fussent disposées de manière à ce que l'on puisse à volonté augmenter ou diminuer la hauteur de la cheminée. Lorsqu'on ne craint pas de porter une ombre dans la partie supérieure de l'espace éclairé, on peut fixer sur la cheminée de verre un ou plusieurs tuyaux de tôle, susceptibles de se rallonger ou de se raccourcir au moyen d'un pignon et d'une crémaillère (fig. 46). Cette disposition est employée uniquement dans les lampes à becs multiples, elle ne serait pas d'une bien grande importance dans les autres.

439. *Influence de la hauteur du niveau de l'huile dans le réservoir.* Nous avons déjà vu que la hauteur du niveau était extrêmement importante, et que, toutes choses égales d'ailleurs, l'effet utile de la combustion était d'autant plus grand que le niveau de l'huile était plus élevé, et que le cas le plus favorable avait lieu quand une partie de l'huile dégorgeait par le sommet du bec.

440. *Elévation de la mèche au-dessus du bec.* A mesure qu'on élève davantage la mèche et qu'on règle convenablement le coude de la cheminée, on obtient un plus grand volume de lumière; et, d'après des expériences multipliées que j'ai faites à ce sujet, la quantité d'huile consommée n'augmente pas, à beaucoup

près, dans le rapport de l'accroissement de la lumière, de sorte que, dans tous les appareils, il est toujours avantageux de donner à la flamme le plus grand développement possible.

441. Voici le résultat des expériences faites sur une lampe à mèche plate et à cheminée, une lampe hydrostatique et une petite lampe à bec sinombre, alimentée par un réservoir intermittent; elles ont brûlé successivement pendant 2 heures; j'avais d'abord donné aux flammes le plus grand développement sans pourtant produire de fumée, je les tins ensuite à une hauteur moyenne, et enfin aussi basses que possible.

Lampe à mèche plate:	maximum de flamme	100 d'huile donnent 173.
	flamme moyenne. .	100 d'huile donnent 113.
	minimum de flamme	100 d'huile donnent 76.
Lampe hydrostatique:	maximum de flamme	100 d'huile donnent 313.
	flamme moyenne. .	100 d'huile donnent 234.
	minimum de flamme	100 d'huile donnent 80.
Lampe à bec sinombre et à niveau intermittent:	maximum de flamme	100 d'huile donnent 246.
	flamme moyenne. .	100 d'huile donnent 227.
	minimum de flamme	100 d'huile donnent 112.

442. On voit, d'après les résultats précédens, combien la grandeur de la flamme a d'influence sur la quantité de lumière fournie par une même quantité d'huile brûlée dans le même appareil. Nous devons cependant faire remarquer que le grand développement de flamme que nous avons employé dans les premières expériences de ces trois séries, et qui est très-avanta geux, ne le serait pas pour une longue durée de com-

bustion ; la mèche se charbonnerait plus rapidement, et la lumière diminuerait plus rapidement. D'ailleurs ces longues flammes ont le grand inconvénient d'être très-vacillantes. Il y a dans chaque espèce de lampes une grandeur de flamme qu'il ne faut pas dépasser pour les longues combustions, surtout si on ne veut pas toucher à la mèche pour la remonter à mesure que la flamme baisse, et si on veut lui conserver de l'immobilité.

443. La cause du phénomène que nous venons de décrire provient de ce que la quantité d'air qui passe par la flamme n'augmente pas dans un aussi grand rapport que son intensité. Par conséquent, pour les petites flammes, il y a un excès d'air inutile à la combustion beaucoup plus grand que pour les grandes flammes, et comme cet excédant s'échauffe aux dépens de la chaleur et de la lumière de la flamme, on voit qu'une même quantité d'huile doit donner beaucoup plus de lumière dans les grandes flammes que dans les petites. Il y a cependant encore une autre cause qui concourt avec celle-là à augmenter l'effet dont il est question ; c'est le chauffement mutuel des différentes parties de la flamme, qui est beaucoup plus grand dans les grandes flammes que dans les petites.

444. En résumé, il faut, pour obtenir le plus grand effet lumineux, 1° que les courans extérieurs et intérieurs soient proportionnés; 2° qu'ils aient une vitesse seulement suffisante pour amener sur la flamme la quantité d'air nécessaire à la combustion; son excès diminue la lumière. La quantité d'air qui afflue sur la

flamme peut être augmentée en élevant la cheminée; elle peut être diminué en élevant la mèche, en diminuant la hauteur de la cheminée, en rétrécissant son ouverture supérieure ou les orifices inférieurs qui donnent accès aux deux courans d'air, ou enfin en employant le fumivore de M. Bourguignon.

444. Examinons maintenant les diverses circonstances qui influent principalement sur les variations de l'intensité de la lumière pendant la combustion. Ces causes sont au nombre de quatre : 1° l'échauffement du bec et de la cheminée; 2° le rapport des deux courans d'air; 3° l'abaissement du niveau de l'huile; 4° la plus ou moins grande capillarité des espaces qui environnent la mèche.

445. *Echauffement du bec.* L'échauffement du bec et de la cheminée diminue l'intensité de la lumière, principalement au commencement de la combustion, car le verre et le bec absorbent d'autant moins de chaleur que leur température est déjà plus élevée : l'influence de cet échauffement sur la lumière va donc en diminuant; il résulte évidemment de là que l'intensité de la lumière doit aller en croissant. Dans les becs ordinaires la flamme acquiert son maximum d'intensité après une heure, quelquefois dans un temps plus court. Si alors le réservoir d'huile restait continuellement à la même hauteur, la lumière conserverait son intensité, pourvu qu'il n'y ait pas de cause perturbatrice, telle qu'une trop grande hauteur de la mèche, une trop petite épaisseur du bec. Dans les lampes à niveaux morts qui baissent continuellement, l'inten-

sité de la lumière va toujours en décroissant après une heure de combustion. Cependant l'affaiblissement de la lumière est un peu diminuée par l'échauffement du bec, qui, en rendant l'huile plus fluide, facilite son ascension (408).

446. *Influence de l'épaisseur du bec.* J'entends par épaisseur du bec, l'intervalle qui sépare les deux cylindres qui le forment. Voici les faits que j'ai eu occasion d'observer un grand nombre de fois :

1° Lorsque le bec est très-large, et l'est également dans toute sa hauteur, de manière que la mèche soit à une grande distance des bords du bec, la mèche se charbonne au-dessous du bec jusqu'au niveau de l'huile, et la lumière s'affaiblit beaucoup. Une excellente lampe de Girard, dont le niveau de l'huile dans le bec n'avait pas éprouvé la plus légère variation pendant une combustion de 7 heures, avait perdu après ce temps près d'un tiers de son intensité primitive, par la trop grande largeur du bec.

2° Lorsque le bec est étroit dans toute sa longueur, la mèche est serrée au sommet : alors la carbonisation de la mèche ne s'étend jamais jusqu'au bec, il y a toujours au-dessus de lui un anneau de la mèche qui reste blanc. Mais ces becs, quand bien même ils sont alimentés par des réservoirs à niveaux constans, éprouvent de très-grands affaiblissemens de lumière pendant la combustion. Ces affaiblissemens varient avec l'épaisseur de la mèche, et avec la même mèche suivant la longueur de la partie engagée dans le bec.

3° Lorsque les becs sont larges et se rétrécissent

vers le sommet, la carbonisation de la mèche n'atteint pas le bec (fig. 45 *bis*), et les variations d'intensité de lumière, pendant une très-longue combustion sont presque nulles, lorsque les réservoirs d'huile sont à niveaux constans.

447. Voilà des faits que j'ai observés un grand nombre de fois, et dont je rapporterai plus bas les détails. Il en résulte évidemment que les meilleurs becs sont ceux qui sont larges, et rétrécis par le sommet. Nous allons maintenant en chercher la cause.

448. Lorsqu'une mèche est placée dans une large capsule pleine d'huile, on remarque que la flamme se rapproche toujours davantage de l'huile; par conséquent la partie charbonnée de la mèche va en croissant; elle se trouve alors dans le même cas qu'une chandelle que l'on ne mouche pas, et sa lumière doit s'affaiblir par les mêmes raisons. Ainsi l'influence d'un bec très-large par son sommet est due à l'allongement de la mèche.

449. Quand la mèche est serrée au sommet du bec, l'anneau du bec absorbe continuellement la chaleur de l'huile qui est très-voisine de la partie incandescente de la mèche; et par conséquent elle ne peut pas s'échauffer assez pour se décomposer, et la partie de la mèche charbonnée ne change pas de longueur. On voit alors que la lumière ne doit s'affaiblir que par la carbonisation croissante de la partie incandescente de la mèche; carbonisation qui obstrue sans cesse ses pores, et finit, après un temps plus ou moins long, suivant la qualité des huiles et des mèches, par

affaiblir considérablement la lumière; mais cette influence, avec de bonnes huiles et de bonnes mèches, est très-petite pendant la durée des combustions ordinaires, quand les courans d'air sont convenablement proportionnés. On démontre facilement que l'huile dépose du charbon sur la partie noire de la mèche, et que le charbon qu'elle renferme n'est pas uniquement dû à la décomposition du coton, en formant des mèches d'amianthe, substance soyeuse, incombustible, et inaltérable à la température que produisent nos lampes ordinaires; elles noircissent en très-peu d'instans.

450. Quant à l'influence des becs étroits, le résultat de mes expériences m'a beaucoup étonné : j'avais pensé au contraire que des becs minces seraient avantageux, parce qu'il y a non-seulement la capillarité de la mèche qui élève l'huile, mais encore celle qui se forme entre les surfaces de la mèche et celles du bec. Mais l'expérience m'a démontré que ces becs étaient moins favorables que les autres ; par conséquent il faut qu'il y ait une autre cause qui détruise l'influence de celle-là. Il me paraît probable que cette cause réside dans la lenteur avec laquelle les huiles se mettent de niveau dans les espaces capillaires, à cause de leur grande viscosité. Au surplus, je reviendrai encore plus tard sur ce fait important.

451. *Influence du rapport des deux courans.* Nous avons vu (435) que le rapport des deux courans avait une très-grande influence sur la forme, la blancheur et l'intensité de la flamme; cette influence se manifeste

aussi sur la permanence d'intensité de la flamme: c'est un fait d'une grande importance, et que nous commencerons par constater par des expériences avant d'en chercher l'explication.

La première fois que je reconnus cette influence, c'était sur une lampe à réservoir supérieur et latéral construit par M. Levasseur, et dont le bec, de la forme des sinombres, n'avait que 6 millimètres d'épaisseur. La flamme était allongée, effilée et rougeâtre : je comparai son intensité pendant 7 heures avec celle d'une lampe à mouvement d'horlogerie ; je reconnus à plusieurs reprises qu'elle baissait beaucoup ; après 7 heures elle était tombée de 100 à 26. Je pensai que le courant d'air extérieur était trop volumineux, et que l'air n'affluait qu'en trop petite quantité par le centre du bec. Pour éviter cet inconvénient, je fermai en partie les issues par lesquelles l'air s'introduisait extérieurement; l'aspiration produite par la cheminée restant la même, une plus grande partie du courant était fournie par le tube intérieur ; alors j'obtins une flamme d'une grande blancheur, un peu renflée vers son milieu, et qui, observée avec soin, n'éprouva pendant 7 heures que de très-faibles variations, puisqu'elle ne baissa que de 100 à 96.

Depuis, le même bec, monté sur une lampe hydrostatique, m'a présenté des phénomènes absolument semblables.

Dans les becs de gros calibre, les courans extérieurs sont aussi beaucoup trop considérables. J'ai obtenu de très-bons résultats en les diminuant; mais les diffé-

rences ont été beaucoup plus petites que dans les petits calibres.

L'explication de ce fait me paraît assez difficile; car on ne peut concevoir la diminution de lumière quand le niveau reste à la même hauteur, que par le dépôt de charbon qui se forme dans la mèche, qui en bouche les pores et diminue son aspiration. Or, on ne voit pas comment la plus ou moins grande activité d'un des courans peut avoir de l'influence sur ce dépôt.

452. *Abaissement du niveau.* L'abaissement du niveau de l'huile dans le réservoir, et par conséquent dans le bec, est une cause bien évidente de l'affaiblissement de la lumière; car, à mesure que le niveau s'abaisse, la quantité d'huile qui s'élève dans la mèche à la hauteur du bec va en diminuant, et par conséquent l'intensité de la lumière doit s'affaiblir.

453. *Influence des huiles et des mèches.* Quant à l'influence des huiles et des mèches sur la combustion dans un même appareil, elle est très-grande. Quand les huiles sont mal épurées, qu'elles renferment des substances qui ne se volatilisent point par la chaleur, elles déposent du charbon qui obstrue bientôt les mèches, et il en résulte un abaissement très-rapide de lumière. Les mèches, trop épaisses ou trop serrées, font aussi un très-mauvais effet. Dans le premier cas, les flammes sont très-longues, il faut une grande hauteur de cheminée pour que la combustion soit parfaite, et il y a une grande consommation d'huile. Lorsqu'elles sont trop serrées, elles n'aspirent pas une suf-

fisante quantité d'huile, et sont facilement obstruées par les dépôts de charbon.

454. En résumé, pour obtenir la plus grande permanence possible de lumière, il faut, 1° que les deux courans d'air soient dans le rapport convenable; 2° que le bec et les tuyaux qui amènent l'huile soient d'un grand diamètre; 3° que le bec soit serré à son sommet, et large dans tout le reste de son étendue; 4° que le niveau de l'huile dans le bec soit constant, ou du moins baisse le moins possible, et enfin que les huiles et les mèches soient de bonne qualité.

455. Après avoir ainsi exposé les principales circonstances qui influent sur la quantité de lumière fournie par les lampes, et sur les variations de son intensité pendant la combustion, nous rapporterons quelques considérations générales sur les flammes de l'hydrogène carboné, que M. Payen a consignées dans le mémoire que nous avons déjà cité, et qui se trouvent parfaitement d'accord avec ce qui précède.

M. Payen pense que, dans la combustion de l'hydrogène carboné, soit qu'il ait été formé d'avance, ou qu'il se produise dans les mèches, quatre effets concourent à la production de la lumière.

1° La combustion instantanée de l'hydrogène carboné;

2° La combustion de l'hydrogène après qu'il a été privé de la plus grande partie de son carbone, éliminé sous l'influence d'une température élevée;

3° La combustion du carbone séparé de l'hydrogène;

4° L'échauffement du charbon libre, depuis la température rouge jusqu'à celle dite du *rouge blanc*.

M. Payen admet ensuite que le dernier effet est celui qui donne à la flamme le plus d'éclat. Ainsi pour produire la plus grande quantité de lumière possible, il faudrait à la fois obtenir la plus grande précipitation possible de carbone et la plus haute température; mais ces deux effets sont toujours en raison inverse l'un de l'autre, car si la température de la flamme est très-élevée, ce qui n'a lieu que par un grand tirage, elle est très-peu volumineuse, et si au contraire elle est peu considérable, la flamme acquiert alors un grand développement; ainsi pour savoir s'il est plus avantageux d'augmenter la précipitation du carbone, ou seulement la température d'une flamme, il fallait savoir si dans les petites flammes produites par une vive combustion, l'éclat ne compense pas le grand volume de la flamme dans une combustion moins active. C'est ce qu'il était facile de vérifier en comparant avec une flamme constante, celles qui résultent de la combustion de la même quantité de gaz sous un grand ou un faible tirage. M. Payen a trouvé que les grandes flammes donnent plus de lumière que les petites, et par conséquent que dans les petites flammes l'éclat ne compense pas le volume, d'où il suit qu'il est toujours avantageux de donner aux flammes le plus de développement possible. M. Payen a aussi vérifié que la même étendue de deux flammes provenant de la combustion de la même quantité de matière combustible avait une intensité d'autant plus grande que la flamme

était plus petite, et par conséquent que le tirage était plus grand.

456. Nous étions arrivés aux mêmes conséquences par la seule considération de l'excès d'air inutile à la combustion, et qui est amené sur la flamme par un grand tirage; mais je pense que l'influence d'un grand tirage sur la quantité de lumière produite dépend en même temps des circonstances exposées par M. Payen, et qu'il est indispensable de les prendre en considération pour se faire une idée bien nette de l'influence des courans d'air sur les flammes.

457. Nous allons maintenant examiner les différentes lampes qui se trouvent dans le commerce, et nous commencerons par donner un tableau des variations d'intensité qu'elles éprouvent pendant une combustion de 7 heures Les expériences dont ce tableau renferme seulement les résultats, ont été faites avec beaucoup de soin, et répétées plusieurs fois. J'ai toujours employé la même huile et les mêmes mèches; les mèches ont toujours été élevées de manière à obtenir la plus grande flamme fixe sans fumée; elles ont toujours été allumées et éteintes au même instant. Dans chaque série d'expériences, toutes les lampes ont été alternativement comparées à la même lampe à mouvement d'horlogerie. Enfin toutes ont été comparées au moins 4 fois par heure, et on a déduit l'intensité moyenne pendant chaque heure des intensités observées pendant cette durée.

458. A cette occasion, nous ferons une observation importante; c'est que l'intensité moyenne, pen-

dant un certain temps, ne peut pas se déduire de la distance moyenne observée; il faut, pour chaque distance, déduire l'intensité correspondante, faire la somme de ces intensités, et la diviser par leur nombre. Je suppose, par exemple, que les distances observées pendant une heure soient 40, 35, 30 et 25; les intensités correspondantes, qui sont proportionnelles aux carrés de ces distances, seraient 1600, 1225, 900 et 625; et l'intensité moyenne serait 1087. Tandis que si l'on prenait la moyenne des distances, qui est 32, l'intensité déduite de cette distance moyenne serait seulement 1024. Dans le premier cas, c'est réellement l'intensité moyenne qu'on obtient; et dans le second, c'est seulement l'intensité correspondante à la distance moyenne; ce qui est très-différent.

435. *Dimensions des lampes comparées.*

1° *Lampe à mèche plate et à cheminée :* corps de la lampe en fer-blanc; réservoir latéral et à niveau intermittent.

Distance du niveau au sommet du bec . . . 6^{mm}.
Largeur de la mèche . . . . 18^{mm}.
Diamètre intérieur de la cheminée . . . . . 46^{mm}.
Largeur au sommet . . . . 35^{mm}.
Ces lampes sont très-répandues dans le commerce.

2° *Lampe astrale :* corps de la lampe ainsi que le bec en fer-blanc.

Diamètre du tube intérieur . . . . 11^{mm},5.
Diamètre extérieur du bec . . . . 22^{mm}.

Distance du sommet du bec à la partie supérieure du réservoir . . . . 5 mm.
Diamètre extérieur du réservoir. . . . . . 210 mm.
Grand diamètre intérieur . . . . 180 mm.
Petit diamètre intérieur . . . . 150 mm.
Distance de la cheminée au bec, ou épaisseur du courant annulaire extérieur. . . 8 mm.

3° *Lampe sinombre :* réservoir annulaire en fer-blanc ; bec en cuivre.

Diamètre intérieur du bec. . . . . 16 mm.
Diamètre extérieur du bec. . . . . 28 mm.
Largeur du courant extérieur. . . . . . . 6 mm.
Grand diamètre du réservoir . . . . 270 mm.
Petit diamètre. . . . . 150 mm.
Epaisseur. . . . . 20 mm.
Distance du sommet du bec à la partie supérieure du réservoir. . . . . 2 mm.

4° *Lampe sinombre à réservoir supérieur et à niveau intermittent :* même bec que la lampe sinombre précédente.

Distance du sommet du bec au niveau . . . 7 mm.
Nous désignerons désormais le calibre de ce bec par n° 1.

5° *Lampe de Girard.*

Diamètre intérieur du bec . . . . 9 mm.
Diamètre extérieur. . . . . 25 mm.
Epaisseur du courant d'air extérieur . . . . 10 mm.
Distance du niveau de l'huile dans le bec au sommet du bec . . . . 7 mm.

6° *Lampe à réservoir supérieur, à niveau intermittent et à bec en fer-blanc.*

Diamètre intérieur du bec . . . . 11^{mm}.
Diamètre extérieur. . . . . 26^{mm}.
Epaisseur du courant d'air . . . . 7^{mm}.
Distance du niveau du réservoir au sommet du bec . . . . 20^{mm}.

7° *Lampe à réservoir supérieur et à niveau intermittent, bec sinombre.*

Diamètre intérieur du bec . . . . 6^{mm},6.
Diamètre extérieur . . . . 17^{mm}.
Epaisseur du courant d'air extérieur . . . . 5^{mm}.
Distance du niveau du réservoir au sommet du bec . . . . 20^{mm}.
Nous désignerons désormais ce bec par n° 4.

8° *Lampe hydrostatique de Thilorier,* n° 1.

Diamètre intérieur du bec . . . . 16^{mm}.
Diamètre extérieur du sommet du bec . . . 28^{mm}.
Diamètre au milieu. . . . . 34^{mm}.
A la partie inférieure. . . . . 38^{mm}.
Epaisseur du courant d'air extérieur . . . . 5^{mm}.
Distance du niveau de l'huile dans le bec au sommet du bec . . . . 5^{mm}.

9° *Lampe hydrostatique de Thilorier,* n° 2.

Diamètre intérieur du bec . . . . 12^{mm}.
Diamètre extérieur au sommet du bec. . . . 24^{mm}.
Au milieu . . . . 30^{mm}.
Epaisseur du courant d'air extérieur . . . . 6^{mm}.
Distance du niveau de l'huile dans le bec au

sommet du bec. . . . . 5^{mm}.

10° *Lampe hydrostatique de Thilorier* n° 3.

Diamètre intérieur du bec . . . . 9^{mm}.

Diamètre extérieur au sommet . . . . 19^{mm}.

Au milieu . . . . 25^{mm}.

Epaisseur du courant d'air extérieur . . . . 6^{mm}.

Distance du niveau de l'huile dans le bec au sommet du bec. . . . . 5^{mm}.

11° *Lampe hydrostatique de Thilorier*, n° 4.

Diamètre intérieur du bec. . . . . 6^{mm},6.

Diamètre extérieur au sommet du bec. . . . 17^{mm}.

Au milieu. . . . . 23^{mm}.

Epaisseur du courant d'air extérieur . . . . 5^{mm}.

Distance du niveau au sommet du bec . . . 5^{mm}.

Tous les becs en cuivre provenaient de la fabrique de MM. Levasseur frères, rue Montorgueil, n° 52.

Variations d'intensité de la lumière des différentes lampes par rapport à celle d'une lampe à mouvement d'horlogerie.

DÉSIGNATION DES LAMPES.	INTENSITÉ MOYENNE PENDANT						
	la 1re heure.	la 2e heure.	la 3e heure.	la 4e heure.	la 5e heure.	la 6e heure.	la 7e heure.
N° 1, lampe à mèche plate, à cheminée, et à réservoir supérieur.	100	100	98	98	97	96	96
N° 2, lampe astrale, à bec en ferblanc.	100	103	90	72	61	42	34
N° 3, lampe sinombre, réservoir annulaire.	100	102	95	83	81	78	66
N° 4, lampe sinombre à réservoir supérieur, bec n° 1	100	100	90	70	52	41	32
N° 5, lampe sinombre à réservoir supérieur, bec n° 4.	100	100	97	95	92	89	86
N° 6, lampe à réservoir supérieur, bec en ferblanc, n° 1	100	103	82	79	75	72	68
N° 7, lampe de Gérard, bec en ferblanc.	100	101	96	84	81	76	70
N° 8, lampe hydrostatique de Thilorier, bec n° 1.	100	106	103	100	94	92	90
N° 9, lampe hydrostatique de Thilorier, bec n° 2.	100	105	104	101	92	90	86
N° 10, lampe hydrostatique de Thilorier, bec n° 3.	100	101	101	91	90	86	80
N° 11, lampe hydrostatique de Thilorier, bec n° 4.	100	101	101	101	100	98	96

Intensité moyenne de la lumière des lampes pendant une combustion de 7 heures, et consommation.

DÉSIGNATION DES LAMPES.	INTENSITÉ moyenne pendant 7 heures, celle de la lampe à mouvement étant 100.	QUANTITÉ D'HUILE CONSOMMÉE PAR HEURE.	QUANTITÉ DE LUMIÈRE FOURNIE POUR 100 PARTIES D'HUILE.
Lampe à mouvement d'horlogerie, bec ordinaire	100 »	grammes. 42 »	238
N° 1, lampe à mèche plate, à cheminée, et à réservoir supérieur	125 »	11 »	115
N° 2, lampe astrale à bec en fer-blanc	31 »	26,714	116
N° 3, lampe sinombre, réservoir annulaire	56 »	37,145	150
N° 4, lampe sinombre, réservoir supérieur, n° 1	85 »	43 »	197
N° 5, lampe sinombre, réservoir supérieur, n° 4	41 »	18 »	227
N° 6, lampe à réservoir supérieur, bec en fer-blanc, n° 1	90 »	43 »	209
N° 7, lampe de Gérard, à bec en fer-blanc	63 66	34,714	182
N° 8, lampe hydrostatique de Thilorier, bec n° 1	107 66	51,143	215
N° 9, lampe hydrostatique de Thilorier, bec n° 2	80 »	36,61	218
N° 10, lampe hydrostatique de Thilorier, bec n° 3	75 16	31,857	235
N° 11, lampe hydrostatique de Thilorier, bec n° 4	45 »	17,26	260

OBSERVATIONS

SUR LES DIFFÉRENTES LAMPES SOUMISES A L'EXPÉRIENCE.

459. *Lampe à mèche plate*. Lorsque ces lampes sont garnies d'une cheminée, et que les réservoirs sont à niveau intermittent, elles sont infiniment supérieures à celles qui sont sans cheminée et à réservoir dormant. Mais,

sous le rapport de la production de la lumière, ce sont les plus mauvaises de toutes les lampes à cheminées, puisque 100 parties d'huile donnent seulement 113 de lumière ; à la vérité on peut, en élevant la mèche, obtenir une plus grande lumière en n'augmentant que de très-peu la consommation d'huile ; mais alors la flamme est trop vacillante, et fume par le plus léger courant d'air. La hauteur de la mèche qui a été employée est celle dont on se sert ordinairement.

460. La flamme de la lampe à mèche plate est un peu plus blanche avec la cheminée que sans cheminée, mais elle conserve pourtant une teinte rougeâtre très-sensible.

461. Un fait très-remarquable que m'a présenté cette lampe, c'est que l'intensité de la lumière de la flamme est sensiblement la même lorsqu'elle est environnée de la cheminée ou qu'elle est nue. Cela tient, 1° à ce que la cheminée étant très-large, elle accélère fort peu le courant d'air, et par conséquent active faiblement la combustion ; 2° à ce qu'elle éteint une partie des rayons qui la traverse ; 3° à ce que ces deux effets se balancent sensiblement. Dans les lampes à mèches plates, la cheminée est cependant très-utile, pour donner plus de blancheur à la flamme, et pour la préserver des courans d'air qui l'agiteraient et la feraient fumer.

462. On voit dans le premier tableau que pendant une combustion de sept heures, les variations d'intensité de la flamme ont été très-petites ; c'est une propriété très-avantageuse de ces lampes ; elle est due à ce

que la tige qui porte la mèche est placée dans un petit cylindre d'un diamètre assez considérable, qui communique avec le bec; il forme ainsi un petit réservoir latéral, en communication avec le bec dans toute sa hauteur, dans lequel le niveau de l'huile se maintient facilement, et qui par conséquent alimente toujours abondamment la mèche.

463. Ces lampes, qui sont employées dans la classe peu aisée de la société, donnent une lumière très-chère; elles ne me paraissent susceptibles que d'un seul perfectionnement, qui consisterait à donner aux cheminées une forme ovale et à diminuer leur diamètre. Mais je doute que l'on parvienne facilement à vaincre les difficultés que présente leur fabrication.

464. *Lampe astrale.* Cette lampe, sous le rapport des variations de son intensité, est la plus mauvaise de toutes; et, après la lampe à mèche plate, c'est celle qui consomme l'huile de la manière la moins utile. Les imperfections de cette lampe proviennent de deux causes bien distinctes; 1° l'abaissement du niveau de l'huile dans le réservoir, 2° la trop petite épaisseur du bec.

465. L'influence de la première cause est évidente; quant à celle de la seconde nous l'avons déjà expliquée, mais nous y reviendrons en parlant des lampes sinombres à réservoirs intermittens, et en nous appuyant sur des expériences positives (467). Ces lampes peuvent être améliorées, 1° en diminuant la hauteur du réservoir et en augmentant son diamètre; 2° en donnant au bec plus de largeur, en conservant pourtant à son extrémité un anneau qui s'approche très-près

de la mèche, afin d'empêcher sa carbonisation au-dessous du bec.

466. *Lampe sinombre à réservoir annulaire.* Cette lampe est préférable à la précédente, et sous le rapport des variations d'intensité de la lumière, et sous celui de la combustion de l'huile. Ces avantages ne proviennent pas du réservoir, car il a à peu près la même forme; d'ailleurs j'ai observé qu'après sept heures de combustion, le niveau avait baissé de 23 millimètres dans la lampe astrale, tandis que dans la lampe sinombre il avait seulement baissé de 20; cette petite différence ne peut pas, à elle seule, être la cause de la grande différence qui existe entre les effets de ces deux lampes. La cause la plus influente provient des becs: celui de la lampe astrale était étroit, et celui de la lampe sinombre était beaucoup plus large; il en résultait que la mèche était environnée dans la dernière, par un espace plus étendu dans lequel l'huile pénétrait plus facilement.

467. *Lampe sinombre à réservoir supérieur.* Dans le premier tableau, cette lampe présente de très-grandes variations d'intensité; cette lampe devrait cependant être une des meilleures, puisque le niveau de l'huile dans le réservoir est sensiblement constant, du moins il n'éprouve que des oscillations périodiques extrêmement faibles. Pour déterminer la cause de la grande variation d'intensité de cette lampe, je fis un grand nombre d'expériences que je vais rapporter sommairement.

468. Je soupçonnai d'abord que l'huile pouvait s'élever entre le réservoir et son enveloppe; et, comme cet

espace est capillaire, il devait en résulter un abaissement de niveau dans le bec. Pour vérifier cette conjecture, j'enlevai la mèche ainsi que la grille, je fis écouler l'huile du bec, à l'aide d'un siphon, et en même temps j'observais le niveau de l'huile; je reconnus qu'il ne baissait pas sensiblement, et que l'alimentation était régulière; ce n'était donc pas du mode d'alimentation que pouvait résulter le grand affaiblissement de lumière que j'avais observé.

469. Je pensai ensuite que cela pouvait provenir de ce que la grille, c'est-à-dire le cylindre mobile qui, en tournant, fait monter le porte-mèche, n'était percé que de deux ouvertures longitudinales assez étroites; car, quand une de ces ouvertures n'est pas placée vis-à-vis le tube d'alimentation, l'huile qui arrive en dehors de ce cylindre est obligée de parcourir une portion plus ou moins grande de la circonférence de la grille pour arriver à la mèche. Je repétai l'expérience avec une grille percée de huit trous; pendant la même durée de combustion, la lumière baissa moins, mais l'influence de l'augmentation des ouvertures de la grille fut très-faible.

470. La mèche que j'avais employée jusqu'alors était très-épaisse; je la remplaçai successivement par la même mèche que j'employais dans la lampe à mouvement d'horlogerie, et ensuite par celle qui avait brûlé dans une lampe semblable à bec en fer-blanc et qui avait donné de bien meilleurs résultats, comme on peut le voir dans le premier tableau; mais je n'obtins pas de variations moins sensibles.

471. Les expériences continuées encore plusieurs jours, en même temps que j'observais d'autres lampes, me donnèrent des résultats qui étaient toujours supérieurs à ceux que j'avais obtenus des expériences précédentes. Enfin cette lampe finit par suivre la lampe à mouvement d'horlogerie et ne pas éprouver de diminution sensible pendant six heures. Ces résultats me paraissaient fort singuliers, car la lampe qui servait de terme de comparaison était toujours la même, les autres lampes qui étaient comparées en même temps présentaient toujours les mêmes différences, tandis que celle dont il s'agit s'en rapprochait continuellement. C'était la même huile qui était continuellement employée, et la mèche n'avait point été changée. Je pensai alors que l'affaiblissement des variations était dû à la longueur de la mèche qui était renfermée dans le bec, qui avait diminué considérablement à mesure que les expériences s'étaient multipliées; pour vérifier cette conjoncture, je remplaçai la mèche courte de la lampe, par une mèche neuve et entière; alors la lampe baissa de nouveau comme dans les premières expériences.

472. De ces faits il résulte nécessairement que la partie de la mèche qui se trouve dans le bec fait baisser la lumière d'autant plus qu'elle est plus longue. Cette influence s'explique très facilement, en considérant la grande viscosité de l'huile et la lenteur avec laquelle elle se met de niveau dans des espaces capillaires; car il en résulte que pendant la combustion, l'huile s'élève péniblement dans le bec, et par conséquent que le niveau doit baisser. La lampe en fer-blanc et à réservoir

supérieur n'éprouva pendant l'éclairage qu'une diminution beaucoup plus petite, quoique le bec fût aussi étroit, parce qu'à côté du bec se trouvait un tube ouvert par la partie supérieure, dans lequel plongeait la crémaillère, et qui communiquait avec le bec sur une grande partie de sa hauteur; l'huile se maintenait constamment à la même hauteur dans ce tube, et n'avait qu'un espace très-court à parcourir pour arriver au sommet de la mèche : il en était de même de la lampe à mèche plate, le tube latéral communiquait avec le bec jusqu'à son sommet, et par conséquent alimentait directement la partie supérieure de la mèche.

473. J'ai cependant voulu encore vérifier directement les conséquences des expériences précédentes. J'ai fait souder à un réservoir à niveau intermittent un bec en cuivre, dont la capacité intérieure était très-grande. Ce bec était un de ceux que M. Thilorier emploie dans ses lampes hydrostatiques. Le calibre intérieur était le même que celui de la lampe sinombre dont nous nous occupons, et avait été construit par le même fabricant. Cette lampe, dans un grand nombre d'expériences, ne s'est point éloignée de celle à mouvement d'horlogerie, et après 7 heures de combustion, l'affaiblissement de la lumière était insensible.

474. J'ai encore modifié ce dernier bec d'une manière très-avantageuse, en diminuant l'activité du courant d'air extérieur et renforçant le courant intérieur; la flamme, qui était un peu conique, s'est gonflée, est devenue plus brillante, plus blanche, et, chose remarquable, dans une combustion de six heures elle a con-

stamment gagné sur la lampe à mouvement d'horlogerie, et l'huile a été consommée d'une manière aussi productive.

475. Il résulte de tous ces faits, 1° que les becs que l'on emploie sont trop étroits, et que les courans extérieurs sont trop forts. Pour donner à ces sortes de lampes tout l'avantage que peut leur procurer le niveau constant du réservoir, il faut employer les becs qui sont représentés dans la fig. 45 *bis*, et diminuer l'étendue des ouvertures qui amènent le courant d'air extérieur.

476. Nous devons dire cependant que l'influence de la petitesse de l'épaisseur du bec diminue un peu avec des huiles de meilleure qualité, avec des mèches plus minces, et, toutes choses égales d'ailleurs, à mesure que le diamètre des becs devient plus petit.

477. *Lampe sinombre à réservoir supérieur*, nº 4. Cette lampe ne diffère de celle que nous avons examinée dans l'article précédent que par le diamètre du bec, qui est le plus petit qu'on ait encore construit. Son diamètre intérieur n'est que de 6 millimètres. La première fois que j'observai cette lampe, la flamme en était rougeâtre, effilée, et diminuait rapidement d'intensité. Je fis agrandir les ouvertures de la grille, l'intensité de la lumière diminua moins, mais la flamme conserva sa forme et sa teinte rougeâtre. Je pensai que cet effet était dû au peu d'activité du courant central. Pour lui donner plus de vitesse, je diminuai les ouvertures par lesquelles s'établit le courant extérieur, alors j'obtins une flamme très-blanche, et qui n'éprouva que de faibles varations d'intensité pendant une combustion

de sept heures. Ainsi dans cette lampe les variations d'intensité étaient principalement dues à l'imparfaite combustion des vapeurs combustibles, qui déposaient alors beaucoup de charbon dans la mèche. Cette imparfaite combustion, qui ne se manifeste point dans les becs d'un plus gros calibre, provient de ce que, quand le diamètre du bec diminue, l'étendue du courant d'air intérieur décroît plus rapidement que la circonférence de la mèche, et par conséquent que l'huile consommée; de sorte que si dans les becs de grandes dimensions le courant central qui s'établit naturellement est plus que suffisant pour produire une bonne combustion, quand les becs deviennent très-petits on est obligé de diminuer le courant extérieur, afin de favoriser le courant intérieur. Par exemple, dans deux becs, l'un de 12 millimètres de diamètre, et l'autre de 6, les dimensions des courans intérieurs sont comme 4 est à 1, tandis que les quantités d'huile consommées sont comme 2 est à 1; par conséquent, si, dans le premier cas, la vitesse ordinaire du courant central est suffisante, elle cesse de l'être dans le second.

478. Dans ces becs de très-petites dimensions, l'influence de l'épaisseur du bec sur la permanence de la lumière est beaucoup plus petite que dans les becs d'une plus grande dimension. La raison en est facile à concevoir. D'une part, la consommation de ces becs est plus petite; mais comme la circonférence de la mèche est à peu près proportionnelle à la consommation, et que c'est cette circonférence qui la fournit, ces deux causes se compensent mutuellement. Mais

le chemin que l'huile doit parcourir pour se rendre à l'extrémité de la mèche est évidemment plus grand dans les gros becs que dans les petits ; par conséquent l'influence dont il est question doit être plus petite dans les petits becs.

Cependant l'huile est consommée d'une manière plus utile quand les becs sont épais que quand ils sont minces.

479. *Lampe à réservoir supérieur ; bec en fer-blanc.* Cette lampe a donné d'assez bons résultats, et sous le rapport de la permanence de lumière, et sous celui de la quantité de lumière fournie par l'huile ; nous avons déjà dit, en parlant de la lampe n° 4 (472), à quelles circonstances il fallait attribuer la différence qui existe entre les variations de cette lampe et de celles à becs en cuivre, qui sont alimentées de la même manière.

480. *Lampe de Girard.* Cette lampe, d'une bonne construction, avait son niveau à 6 millimètres au-dessous du bec, et je me suis assuré que pendant la combustion, il ne variait pas sensiblement. Cette lampe devait donc donner de très-bons résultats, puisque l'alimentation était aussi parfaite qu'elle pouvait l'être ; cependant il n'en a point été ainsi, l'huile y a été assez mal brûlée, et les variations d'intensité de la flamme ont été assez grandes. Cet effet n'est point dû à une trop petite épaisseur du bec, car il avait 6 millimètres, et l'huile qui environnait la mèche était très-apparente, et n'a pas éprouvé d'abaissement sensible ; mais le bec n'était pas rétréci à son sommet, et c'est à cette circonstance qu'est dû le mauvais effet de la lampe. En

effet, la mèche se trouvait dans le même cas que si elle était plongée librement dans un vaste réservoir plein d'huile. On sait qu'alors l'huile qui avoisine la mèche s'échauffe, se décompose jusqu'à la surface du bain, et que la mèche se noircit également jusqu'à la la surface de l'huile; il se dépose beaucoup de charbon dans la mèche, et la lumière baisse rapidement; c'est ce qu'on a tous les jours l'occasion d'observer dans les veilleuses, le charbon qui s'accumule dans la mèche en obstrue tellement les pores que la flamme finit par s'éteindre. Il devait nécessairement se passer des phénomènes semblables dans le bec dont il s'agit, mais pourtant avec une moindre intensité, à cause de la proximité des parois du bec, qui, en refroidissant continuellement l'huile, ne lui permettait pas d'acquérir une température très-élevée.

481. On voit d'après cela combien il est important que les becs soient resserrés près de leur extrémité, de manière à toucher presque la mèche, car alors la chaleur de l'huile qui s'élève au-dessus du bec est absorbée par le bec lui-même, elle ne se transmet point à l'huile qui est au-dessous, la carbonisation de la mèche ne descend jamais au bec, et il y a toujours au-dessus de son extrémité, comme dans les lampes à mouvement d'horlogerie, une partie de la mèche qui reste blanche quelle que soit la durée de la combustion. Il en résulte alors le même effet que dans les lampes à mouvement d'horlogerie. Dans ces dernières, l'huile ne peut pas transmettre la chaleur de haut en bas, car à mesure qu'elle s'échauffe, elle se brûle ou retombe dans le ré-

servoir, et dans les becs dont il est question, la chaleur est absorbée par les bords du bec.

482. En appliquant aux lampes de Girard des becs très-larges et rétrécis vers leur sommet, ces lampes peuvent certainement devenir aussi bonnes que toutes celles qui sont à niveau constant.

483. *Lampe hydrostatique de M. Thilorier.* Ces lampes, comme on peut le voir dans les deux tableaux que nous avons donnés, n'éprouvent que de faibles variations d'intensité pendant une durée de sept heures, l'huile y est brûlée d'une manière très-utile ; et même dans la dernière elle l'est d'une manière plus productive que dans la lampe à mouvement d'horlogerie.

484. Dans ces lampes, il faut considérer et l'alimentation et la forme des becs. Nous avons décrit l'un et l'autre avec assez de détails ; ici nous examinerons seulement leur influence sur la combustion. L'alimentation est évidemment inférieure à celle de toutes les lampes intermittentes, puisque dans ces dernières le niveau reste rigoureusement constant, ou du moins ne varie jamais qu'entre les deux limites des petites intermittences qui se manifestent à l'arrivée de chaque bulle ; mais par la grande largeur du réservoir inférieur l'abaissement de niveau est très-petit, et n'a qu'une très-faible influence sur la combustion. A l'origine de la combustion, la distance du niveau de l'huile dans le bec à son extrémité est de 5 millimètres, et après sept heures de combustion, elle est de 15. Ainsi la différence de niveau est plus petite à la fin de la

combustion qu'elle ne l'est dans les lampes à niveau intermittent.

485. Mais c'est dans la forme des becs que réside uniquement la cause de la supériorité de ces lampes sur toutes les autres lampes intermittentes; les raisons sont les mêmes que celles que nous avons données en discutant la lampe nº 4 (467) pour faire voir la supériorité des becs épais sur les becs minces et cylindriques.

486. On remarquera à l'inspection du second tableau que ces becs brûlent l'huile d'autant plus utilement qu'ils sont d'un plus petit calibre; cet effet est dû à ce que les différentes parties de la flamme étant d'autant plus voisines, que les becs sont plus petits, elles s'échauffent davantage, et nous avons déjà vu que cette circonstance est très-avantageuse à la combustion.

487. La lampe nº 11, qui possède le plus petit calibre, avait été montée sur un réservoir destiné à un calibre supérieur; par conséquent le niveau a beaucoup moins baissé que s'il eût été appliqué à un réservoir plus petit; c'est pour cette raison que la lumière de cette lampe n'a éprouvé que de très-faibles variations pendant sept heures de combustion.

488. Cette dernière lampe, telle qu'elle m'a été présentée, avait l'inconvénient de donner une flamme longue et rougeâtre, parce que le courant intérieur était trop faible; je ne l'ai soumise à l'expérience qu'après lui avoir donné plus d'activité en fermant une partie des ouvertures qui donnent accès au courant extérieur. Ces modifications que j'ai faites en fermant ces ouvertures avec du papier, ont depuis été établies

d'une manière permanente dans la construction même du chariot.

489. Les lampes hydrostatiques dont il est question, quoique supérieures à toutes les autres, telles qu'elles se trouvent maintenant dans le commerce, sont cependant susceptibles de recevoir deux améliorations importantes, qui consistent, 1° à diminuer le courant d'air extérieur ; 2° à rendre le niveau rigoureusement constant. Le premier perfectionnement s'obtiendra facilement en fermant plus ou moins les orifices qui donnent accès à ce courant. Quant au second, on y parviendra facilement par le même moyen qui a été employé dans la lampe de Girard, et qui consiste à faire plonger le tube par lequel descend la liqueur pesante, dans une boîte cylindrique dont la hauteur excède celle que le liquide prendra quand il sera écoulé en totalité. Cette boîte restant constamment pleine de ce liquide, le niveau inférieur du liquide serait constant, et comme son niveau supérieur l'est déjà, il est évident que la hauteur de l'huile dans le bec ne varierait point pendant toute la durée de la combustion. Mais cette disposition présenterait une grande difficulté, car lorsqu'on remplirait la lampe, la dissolution saline ne pourrait pas remonter dans le réservoir supérieur ; il faudrait qu'à cet instant on pût pratiquer une ouverture à la partie inférieure de la boîte, ce qui se ferait facilement à l'aide d'un robinet dont la clé serait au-dessus du réservoir inférieur.

490. J'indique ce dernier perfectionnement, pour faire voir que cette lampe peut être rendue aussi par-

faite qu'on peut le désirer ; mais je ne pense pas qu'il soit réellement avantageux, car l'assujettissement qui en résulterait pour le service de la lampe, la crainte que l'huile ne s'échappât à travers la boîte à cuir par laquelle passerait la tige du robinet, et le prix un peu plus élevé de la lampe, ne seraient pas compensés par le faible avantage d'avoir une lumière plus permanente, puisque sans cela elle varie déjà si peu.

491. En résumant ce qui précède, d'abord sous le rapport du perfectionnement dont les différentes lampes connues sont susceptibles, il en résulte :

1° Que toutes les lampes, sans même excepter celles qui sont à mouvement d'horlogerie, peuvent gagner beaucoup sous le rapport de la quantité de lumière produite par la même consommation d'huile, par le rétrécissement du courant extérieur et aussi du courant intérieur dans les becs d'un grand calibre. Il serait dangereux cependant de ne donner à ces courans que les dimensions nécessaires pour que la combustion fût complète ; car la plus faible agitation de l'air les ferait fumer. Il faut toujours conserver un petit excès d'air, mais il y a loin de celui qui est nécessaire à celui qui existe. Dans les très-petits calibres, il faut seulement diminuer le courant extérieur pour activer le courant intérieur. Je dois prévenir que quand les courans sont dans les proportions les plus convenables, la cheminée et l'espace environnant s'échauffent beaucoup plus que quand les courans sont très-forts. Par conséquent, dans les lampes dont le réservoir environne la cheminée, il serait nécessaire de les

écarter davantage, afin qu'ils s'échauffent moins.

2° Que dans toutes les lampes, à l'exception des lampes à mouvement d'horlogerie, celles dont les becs ont un appendice latéral dans lequel se meut la tige du porte-mèche, et les lampes hydrostatiques de M. Thilorier, les becs ont une trop petite épaisseur. L'huile s'y élève péniblement, et la lumière s'affaiblit beaucoup, même dans les lampes dont le niveau est intermittent; les becs devraient être plus épais, et l'on pourrait sans craindre de dégorgement élever beaucoup plus les niveaux des réservoirs. Les becs pourraient être cylindriques; alors le toit de la grille devrait être plus épais afin de s'approcher très-près de la mèche. On pourrait aussi, avec plus d'avantage, y appliquer les becs de M. Thilorier; mais comme la construction de ces becs est détaillée dans le brevet que M. Thilorier a pris pour ses lampes, je ne sais pas si la propriété exclusive lui en est acquise; c'est une question de droit qu'il ne m'appartient pas de résoudre.

3° Que dans toutes les lampes où l'huile n'arrive pas en excès à l'extrémité du bec et ne déverse pas, c'est-à-dire dans toutes, excepté les lampes à mouvement d'horlogerie, les bords du bec doivent être très-voisins de la mèche, afin de refroidir l'huile qui n'est pas en combustion, et de conserver au-dessus du bec une partie de la mèche parfaitement blanche. C'est ce qu'on obtient très-facilement en augmentant l'épaisseur du toit de la grille.

492. Quant aux lampes auxquelles on doit donner la préférence, le choix dépend principalement de l'usage auquel on les destine.

493. Si les lampes sont destinées à l'éclairage des réverbères, les réservoirs sont toujours supérieurs et placés au centre du fanal. Le meilleur bec, serait le bec circulaire de 6 millimètres de diamètre et à cheminée; cependant on emploie toujours des becs à mèches plates (fig. 50). C'est certainement le plus mauvais de tous, et il est encore disposé de la manière la plus défavorable (202). L'emploi du bec à double courant d'air serait plus dispendieux d'établissement, et le service en serait plus long. Mais comme il pourrait y avoir 2 fois moins de becs, il en résulterait une économie de plus de 50 p. 0/0 d'huile. Il me paraît difficile que l'intérêt du capital primitif, l'accroissement de main-d'œuvre et la casse des cheminées puissent compenser cette grande économie d'huile, ou un éclairage deux fois plus intense, si on conservait le même nombre de becs.

494. Quand les lampes sont destinées à être appliquées contre les murs d'un appartement ou d'un corridor, les lampes à réservoir supérieur sont les seules employées, et ce sont en effet les meilleures, lorsque les becs sont convenablement disposés. Nous savons d'ailleurs qu'elles sont d'autant plus avantageuses que les calibres des becs sont plus petits.

495. Les lampes qui doivent être suspendues, sont alimentées par un réservoir supérieur à niveau intermittent, ou par un réservoir annulaire de la forme de ceux des lampes astrales ou sinombres. La seconde disposition est toujours employée quand il n'y a qu'un seul bec, et la première quand il y en a plusieurs. La

première disposition est infiniment meilleure. On pourrait cependant employer les réservoirs annulaires à niveau intermittent pour alimenter un seul bec, soit au moyen de la disposition employée par M. Georget (fig. 72); soit en le plaçant à une très-petite hauteur au-dessus du bec, et y appliquant le robinet de M. Caron (fig. 71).

Il serait toujours avantageux de multiplier les becs en diminuant leur diamètre. L'huile serait brûlée d'une manière plus productive.

496. Les lampes destinées à éclairer les salons sont très-nombreuses. Nous les rangerons en trois classes : celles qui ont leurs réservoirs dans le pied de la lampe, celles dont le réservoir est au-dessus du bec, et celles dont le réservoir est au niveau du bec. Les premières sont d'un aspect plus agréable, parce que le réservoir ne porte point d'ombre et qu'on peut environner la flamme d'un globe dépoli, tandis que les réservoirs des autres donnent toujours une ombre plus ou moins forte, et qu'on ne peut environner la flamme d'un globe entier. Les lampes de la première classe sont les lampes à mouvement d'horlogerie, et les diverses lampes hydrostatiques. Celles de la seconde sont les lampes de Georget, et celles de la dernière sont désignées sous le nom de lampes astrales et de lampes sinombres.

497. Les lampes à mouvement d'horlogerie sont sans contredit les meilleures; toutes celles que j'ai comparées ont produit des effets sensiblement identiques, quoique le mécanisme employé pour produire l'ascension de l'huile ne fût pas le même. Elles ne peuvent

donc différer entre elles que par la solidité du mécanisme et les proportions des différentes parties du bec, qui sont plus ou moins avantageuses pour la combustion. Quant au mécanisme, il se compose essentiellement de mouvement proprement dit et de la pompe, ou de l'appareil équivalent qui produit l'ascension de l'huile; c'est principalement cette dernière partie du mécanisme qui est susceptible de se déranger. On met aux premiers rangs, pour la solidité, ceux qui sont construits d'après les principes de Carcel ou de Gotten. Les lampes à mouvemens, quoique très-commodes et d'un service facile, ont cependant deux graves inconvéniens : le premier est leur prix, qui est très-élevé, et qui ne peut pas sensiblement diminuer, à cause de la valeur réelle du mouvement d'horlogerie qu'elles renferment; le second est leur dérangement, qui peut provenir ou du mouvement, ou de la pompe qui s'obstrue par les crasses d'huile qui s'y accumulent. Le premier en restreindra toujours l'usage à la classe la plus riche de la société; le second les empêchera de se propager dans les provinces, parce qu'on y trouve rarement des ouvriers qui les connaissent, et qui soient en état de les réparer.

498. Après viennent les lampes hydrostatiques : celle de Girard, étant à niveau constant, paraît préférable à celle de M. Thilorier; mais il faudrait pour cela qu'elle fût garnie d'un bec aussi favorable à la combustion; et, dans ce cas même, la différence d'uniformité de la lumière serait encore très-petite, à cause du faible abaissement du niveau dans la lampe

de M. Thilorier. Mais si on considère la complication de la lampe de Girard, complication qui est telle, que même ceux qui les fabriquent ne les conçoivent pas ; l'impossibilité de les raccommoder sans détruire tous les ornemens extérieurs et même la peinture qui la recouvre, parce que les diaphragmes intérieurs sont soudés à la robe extérieure : enfin l'influence des variations de pression atmosphérique qui peuvent, quand la lampe a été garnie, faire écouler une partie de l'huile du réservoir ; inconvéniens qui l'ont presque fait disparaître du commerce depuis longues années ; on ne mettra pas en doute la supériorité des lampes de M. Thilorier ; car leur construction, extrêmement simple, peut être facilement comprise par tous les ouvriers ; le service en est très-facile, et elles peuvent être raccommodées sans que l'on endommage les ornemens, puisque les deux réservoirs et les deux tuyaux qui composent tout le système de cette lampe sont entièrement recouverts par la robe mobile qui porte les ornemens, du moins dans les lampes à colonnes. Au surplus, dans l'état actuel de ces lampes, celles de M. Thilorier sont supérieures à celles de Girard pour l'uniformité de la lumière et l'effet utile de l'huile brûlée ; c'est ce qui résulte des tableaux pages 254 et 255 (1).

(1) M. Thilorier présenta sa lampe hydrostatique à la société d'encouragement dans le mois de septembre 1826. M. Pouillet en fit un rapport favorable ; à cette époque cependant ces lampes n'étaient pas encore aussi perfectionnées qu'elles le sont maintenant.

499. Les lampes de M. Thilorier peuvent être facilement transportées, au moyen d'un bouchon qui ferme l'ouverture annulaire du bec. La dissolution saline pourrait être facilement remplacée, si, par un événement quelconque, elle venait à s'échapper; car le sulfate de zinc se trouve partout à bon marché, et la dissolution se ferait facilement au même degré de saturation, puisqu'elle est formée d'un poids égal d'eau et de sel; enfin son introduction dans la lampe ne présenterait aucune difficulté, on la verserait par l'entonnoir qui sert à la remplir.

500. Dans la seconde classe se trouve la lampe de Georget, dont le réservoir est annulaire et placé autour de la cheminée. Le niveau en est sensiblement constant; lorsque les becs sont bien construits, la

Le toit de la grille s'ajustait mal sur le bec, et une partie de l'huile était extravasée; les diamètres des deux cylindres de la cheminée, la forme et la hauteur du coude n'avaient point été déterminés par l'expérience : M. Thilorier avait employé jusqu'alors les cheminées qui se trouvent dans le commerce; aussi M. Pouillet reconnut, en les comparant avec une lampe de Carcel, que leur lumière s'affaiblissait beaucoup plus que dans l'état où elles sont actuellement.

Dans le mois de janvier 1827, une commission nommée par l'Athénée des arts fit, sur les lampes de M. Thilorier, un rapport extrêmement favorable, dans lequel il est dit « que pendant toute la durée « de leur combustion, elles ont soutenu avec avantage la compa- « raison avec les meilleures lampes, sans en excepter celles de « Carcel. »

Le 28 janvier 1827 l'Athénée des arts a décerné une médaille d'argent à M. Thilorier.

Le dépôt des lampes de M. Thilorier est chez M. de Maistre, rue Richelieu, n° 13.

lumière est bien uniforme pendant toute la durée de la combustion, et la flamme peut être environnée d'un globe dépoli presque entier, car le réservoir n'en intercepte qu'une petite partie. (*Voyez* la figure 72.) Mais ces lampes ont plusieurs grands inconvéniens qui jusqu'ici en ont beaucoup restreint l'usage : 1° le tuyau qui fait communiquer le réservoir avec le bec étant mince, afin qu'il ne porte pas d'ombre sensible sur les corps environnans, ne présente pas une très-grande solidité; 2° le réservoir étant à la partie supérieure, la lampe a peu de stabilité, à moins que le pied ne soit chargé d'un poids très-considérable; 3° le réservoir étant très-voisin de la cheminée, s'échauffe beaucoup lorsque la distance est très-petite. Cependant, quand les lampes sont bien construites et qu'elles doivent être rarement transportées, elles sont préférables aux lampes à couronnes dont le réservoir est au niveau du bec.

501. Enfin viennent les lampes sinombres et astrales, qui sont les plus mauvaises de toutes, quelle que soit d'ailleurs la perfection du bec qui y est adapté, parce que le niveau baisse continuellement et que les réservoirs projettent une ombre plus ou moins forte; en général, elles sont d'autant meilleures que les réservoirs sont plus larges, moins épais, et qu'ils sont placés plus près du sommet du bec.

502. Les lampes qui, dans les petits ménages, sont employées pour remplacer la chandelle, sont toujours à mèche plate, tantôt à pompe, tantôt à réservoir supérieur ou à niveau dormant (fig. 59, 79). La lampe à mèche plate, à réservoir supérieur et à cheminée, est

préférable aux autres ; mais, dans cette lampe, l'huile, quoique mieux utilisée que dans les autres, l'est encore très-mal, comme on peut le voir dans le tableau page 256. Cette lampe n'a que l'avantage de donner une lumière sensiblement constante. On peut la remplacer avec un grand avantage par de petits becs circulaires de 6 millimètres, appliqués ou à des lampes hydrostatiques ou à des réservoirs supérieurs (1). La consommation d'huile n'est augmentée que dans le rapport de 2 à 3, et la lumière produite est augmentée dans celui de 2 à 4, 6.

COMPARAISON DE L'ÉCLAIRAGE PAR LES GAZ.

503. L'intensité de la lumière fournie par les gaz qui proviennent de la distillation du charbon de terre ou des matières grasses, se mesure par les mêmes procédés que nous avons décrits. Quand les substances consommées pendant l'éclairage sont solides ou liquides, la consommation, dans un temps donné, s'obtient facilement en pesant l'appareil avant et après la combustion ; mais quand les substances sont à l'état de gaz, il faut mesurer le volume qui a été dépensé. Lorsque le gaz est fourni par un petit gazomètre cy-

(1) M. Levasseur, rue Montorgueil, n° 52, a appliqué ces petits becs, d'une manière très commode et fort peu dispendieuse, à des réservoirs cylindriques qui s'élèvent à volonté le long d'une tige verticale ; la lumière est dispersée par un petit globe dépoli, ou réfléchie par un miroir conique mat. Cette lampe est désignée dans le tableau page 255, sous le n° 4.

lindrique ou prismatique qui, pendant l'éclairage, descend d'une quantité assez considérable pour pouvoir être mesurée avec précision, il est évident qu'en multipliant la surface supérieure de la cloche par sa descente, on aura exactement le volume du gaz consommé; mais si le gaz est fourni par ces immenses gazomètres des grandes usines, l'espace parcouru par la cloche pour alimenter un petit nombre de becs pendant plusieurs heures sera trop petit pour être mesuré, et il faudra avoir recours à une disposition particulière. On a inventé en Angleterre un petit appareil très-commode pour mesurer le gaz consommé par un ou plusieurs becs; il porte, en Angleterre, le nom de gazomètre, qui lui convient beaucoup mieux qu'aux cloches qui, en France, portent le même nom, et qui, comme nous l'avons déjà fait observer, servent à emmagasiner le gaz.

504. Pour se faire une idée bien exacte de cet appareil imaginons une roue à pot, renfermée dans une boîte cylindrique pleine d'eau à moitié, dont l'axe soit horizontal et d'une grande mobilité. Supposons qu'un tuyau amène le gaz sous le pot qui doit le premier sortir de l'eau, et que la boîte qui renferme la roue communique avec un tuyau qui alimente les becs; il est évident que le pot sous lequel le gaz arrive s'élèvera à mesure que le gaz y affluera, et que, quand il sera plein, il sortira de l'eau, et versera le gaz dans la partie supérieure de la boîte. Si l'appareil est disposé de manière que le gaz arrive ensuite sous le pot qui vient remplacer le premier, la roue en tournant versera continuelle-

ment ses pots pleins de gaz ; et si on connaît 1° la capacité de chaque pot, 2° leur nombre, 3° la quantité de tours que la roue aura faits dans un temps donné, on en déduira facilement la quantité de gaz fournie pendant le même temps.

505. L'appareil dont il est question se compose (fig. 118) d'un espace cylindrique AA d'une petite épaisseur, dont l'axe est horizontal. La capacité intérieure du cylindre est divisée en trois parties par des diaphragmes cylindriques mobiles autour de son axe ; les deux cylindres intérieurs sont eux-mêmes divisés en trois parties b, c, d et B, C, D, par des lames métalliques planes, leur capacité communiquant entre elles par des ouvertures q, q', q'', pratiquées près de la circonférence du cylindre intérieur, et avec le réservoir AA par des ouvertures p, p', p'', pratiquées dans le cylindre extérieur. Les premières lames de séparation sont fixées à un cylindre qui environne l'axe creux du grand cylindre AA ; ce dernier est percé d'une ouverture pour laisser dégager le gaz, et le cylindre qui enveloppe l'axe AA a une rainure correspondante à cette ouverture, afin qu'elle reste toujours ouverte pendant la rotation. Le cylindre A étant rempli d'eau jusqu'à une hauteur un peu inférieure à l'orifice de l'axe creux, et le gaz arrivant par cet axe, il est évident que le gaz en se dégageant devra relever continuellement les parois de l'espace sous lequel il se dégage, et par conséquent faire tourner le système des trois capacités b, c, d, B, C, D ; alors, par un mécanisme très-simple, un cadran placé au centre du grand cylindre ou à sa

partie supérieure pourra indiquer, au moyen d'une aiguille, le nombre de tours de la roue, ou le volume de gaz écoulé, en litres ou en pieds cubes. Dans la construction de ces appareils il est extrêmement important qu'aussitôt que le gaz cesse d'arriver dans un des espaces, il s'ouvre dans le vase AA; car, 1° s'il s'ouvrait plus tard, la rotation diminuant cet espace d'un côté et l'augmentant de l'autre, il serait difficile d'établir une parfaite compensation entre ces deux effets; et si l'augmentation était plus grande que la diminution, le gaz se dilaterait et présenterait une résistance qui pourrait arrêter le mouvement, et si le contraire avait lieu la roue présenterait également une résistance au mouvement. 2° Si l'espace plein de gaz en laissait échapper lorsque le tube alimentaire lui en fournit encore, une portion du gaz fourni ne serait pas mesurée. Il est donc nécessaire que l'extrémité p de l'espace D soit bien au niveau du point q, où se trouve l'ouverture pratiquée dans le diaphragme, pour qu'à l'instant où le point p sort de l'eau, l'ouverture q soit immergée; alors le gaz de D se vide dans A A, et le gaz pénètre dans la capacité B en passant à travers l'ouverture q'. Il est également indispensable que le liquide soit toujours à la hauteur de la ligne horizontale qui passe par les deux points p et q, ou p' et q', ou p'' et q''.

506. Au moyen de l'ingénieux appareil que nous venons de décrire, on peut facilement mesurer la faculté éclairante des différens gaz, en réglant l'ouverture du robinet d'émission de manière que les flammes comparées à une autre flamme constante aient le même

degré d'intensité. M. Brande a trouvé que pour produire une quantité de lumière égale à celle de 10 bougies il fallait consommer par heure

2600 pouces cubes (*anglais*) ou. . 42 lit. 58 de gaz hydrogène deuto-carbone,

4875 pouces cubes ou. . . . . . . 79 lit. 85 de gaz de l'huile,

13120 pouces cubes ou. . . . . . . 214 lit. 90 de gaz de la houille,

4875 pouces cubes ou. . . . . . . 79 lit. 85 d'un mélange de trois parties de gaz deuto-carbone et d'une partie d'hydrogène pur.

En comparant un bec de gaz ordinaire avec une lampe de Carcel brûlant 42 grammes d'huile à l'heure, voici les résultats qui ont été obtenus.

NATURE DU GAZ.	INTENSITÉ DE LA LAMPE DE CARCEL.	INTENSITÉ DU BEC DE GAZ.	Consommation par heure sous la pression ordinaire.
Gaz de la houille	 100	 127	136 litres.
Gaz de l'huile...	 100	 127	38 litres.

507. Les becs de gaz, tels qu'ils sont ordinairement employés, ne sont point disposés de la manière la plus favorable; la quantité d'air qui afflue sur la flamme est beaucoup trop grande. Pour obtenir le maximum de lumière, il faut diminuer le tirage d'air par l'emploi du fumivore de M. Bourguignon, qui, comme

nous l'avons déjà vu, condense en même temps une grande partie de la vapeur d'eau produite; ou seulement en rétrécissant les ouvertures inférieures qui donnent accès aux deux courans d'air. Nous avons déjà dit que, par l'un ou l'autre de ces procédés, la lumière pouvait être augmentée dans le rapport de 100 à 160. Voyez les articles 450 et 451.

COMPARAISON DES DIFFÉRENS ÉCLAIRAGES ENTRE EUX.

508. Le choix de l'espèce d'éclairage dépend d'un grand nombre de circonstances particulières qu'il est impossible d'apprécier dans un ouvrage de la nature de celui-ci : mais un des élémens principaux de détermination, surtout dans les fabriques et les grands établissemens, c'est le prix de la lumière : c'est par conséquent sous ce seul rapport que nous comparerons ici les différens systèmes d'éclairage; le tableau qui suit est déduit de ceux que nous avons donnés précédemment; pour les lampes, j'ai pris l'intensité moyenne pendant sept heures..

NATURE DE L'ÉCLAIRAGE.	Intensité de la lumière comparée à celle d'une lampe à mouvement brûlant 42 g. d'huile à l'heure, représentée par 100.	CONSOMMATION PAR HEURE.	PRIX DU KILOGRAMME.	PRIX DE LA LUMIÈRE PAR HEURE.
		gr.	fr. c.	fr. c.
Chandelle de 6...........	.....10 66	......8 51	......1 40	.....» 012
Chandelle de 8...........	......8 74	......7 51	......1 40	.....» 010
Chandelle économique de 6.	......7 50	......7 42	......2 40	.....» 017
Bougie de cire de 5........	.....13 61	......8 71	......7 60	.....» 057
Bougie de blanc de baleine de 5..................	.....14 40	......8 92	......7 60	.....» 058
Bougie d'acide stéarique de 5	.....14 30	......9 35	......6 »	.....» 055
Lampe à mouvement d'horlogerie.................	....100 »	.....42 »		.....» 058
Lampe à mèche plate, à réservoir supérieur et à cheminée................	.....12 05	.....11 »		.....» 015
Lampe astrale, bec en fer-blanc.................	.....31 »	.....26 714		.....» 037
Lampe sinombre, réservoir annulaire, n° 1..........	.....85 »	.....43 »		.....» 060
Lampe sinombre, réservoir supérieur, bec n° 4.....	.....41 »	.....18 »		.....» 025
Lampe à réservoir supérieur bec en fer-blanc.........	.....90 »	.....43 »	.......1 40	.....» 060
Lampe de Gérard bec en fer-blanc................	.....63 66	.....34 71		.....» 048
Lampe hydrostatique de Thilorier, bec n° 1.........	... 107 66	.....51 143		.....» 071
Lampe hydrostatique de Thilorier, bec n° 2.........	.....80 »	.....36 61		.....» 051
Lampe hydrostatique de Thilorier, bec n° 3..........	.....75 »	.....31 85		.....» 044
Lampe hydrostatique de Thilorier, bec n° 4.........	.....45 »	.....17 26		.....» 024
Bec de gaz de la houille....	....127 »	136 litres.		.....» 05
Bec de gaz de l'huile.......	....127 »	38 litres.		.....» 05

Comparaison des divers éclairages sous le rapport économique.

NATURE DE L'ÉCLAIRAGE.	Quantité de combustible nécessaire pour fournir une lumière égale à celle d'une lampe à mouvement brûlant 42 gr. d'huile à l'heure.	PRIX DU KILOGRAMME.	DÉPENSE PAR HEURE.
	gr.	fr. c.	fr. c.
Chandelle de 6	70 35	1 40	» 098
Chandelle de 8	85 92	1 40	» 120
Chandelle économique de 6.	98 93	2 40	» 237
Bougie de cire de 5	64 04	7 60	» 486
Bougie de blanc de baleine de 5	61 94	7 60	» 478
Bougie d'acide stéarique de 5	65 24	6 »	» 372
Lampe à mouvement d'horlogerie	42 »		» 058
Lampe à mèche plate, à réservoir supérieur et à cheminée	88 »		» 123
Lampe astrale, bec en fer-blanc	86 16		» 120
Lampe sinombre, réservoir annulaire, bec n° 1	50 58		» 070
Lampe sinombre, réservoir supérieur, bec n° 4	43 90		» 061
Lampe à réservoir supérieur bec en fer-blanc	47 77	1 40	» 066
Lampe de Gérard, bec en fer-blanc	54 52		» 076
Lampe hydrostatique de Thilorier, bec n° 1	47 50		» 066
Lampe hydrostatique de Thilorier, bec n° 2	45 76		» 064
Lampe hydrostatique de Thilorier, bec n° 3	42 46		» 059
Lampe hydrostatique de Thilorier, bec n° 4	35 33		» 053
Gaz de la houille	107 litres.	5 c. les 136 litres.	» 039
Gaz de l'huile	30 litres.	5 c. les 38 litres.	» 039

509. On voit, à l'inspection de ce tableau, que l'éclairage le plus cher est celui des bougies de cire, et

que l'éclairage le meilleur marché est celui du gaz.

510. Dans les grands établissemens, la différence de l'éclairage au gaz et à l'huile est beaucoup plus grande que celle qui résulterait de ce tableau ; car pour apprécier exactement ces deux modes d'éclairage, il faudrait faire entrer en ligne de compte, les frais d'établissement, l'entretien des becs à l'huile, la main-d'œuvre pour remplir et nettoyer, la consommation des mèches et celle des cheminées. Dans chaque cas particulier, ces calculs seront faciles à faire, car on pourra déterminer d'avance les frais d'établissement des becs dans l'un et l'autre système. Mais il est facile de voir d'avance que les frais variables seront toujours à l'avantage de l'éclairage au gaz; car pour ce dernier il n'y a pas de frais journaliers, et les appareils qui servent à conduire le gaz, ainsi que les becs, ne s'altèrent pas sensiblement : ainsi toutes les fois qu'il s'agira d'éclairer un grand établissement avec des lampes fixes, et que le gaz sera livré par les usines, au prix que nous avons indiqué, il y aura toujours un grand avantage à l'employer de préférence à l'éclairage à l'huile.

511. Quant aux établissemens qui voudraient faire le gaz pour leur consommation, il peut encore y avoir de l'avantage. Mais les élémens du calcul dépendent de tant de circonstances locales, telles que le prix de la houille, de l'huile, de la fonte, du coke, le plus ou moins d'éloignement des becs, etc., qu'il est impossible de rien dire de général à cet égard.

CHAPITRE VII.

APPAREILS DESTINÉS A MODIFIER, A RÉFLÉCHIR OU A DIRIGER LA LUMIÈRE.

512. Les appareils destinés à modifier la lumière sont des enveloppes seulement translucides, qui ont pour objet de rendre la lumière diffuse, et d'atténuer l'éclat de la flamme, qui sans cela fatiguerait la vue.

513. Ces enveloppes peuvent être en papier, en toile, en porcelaine ou en verre dépoli; elles ont la forme d'une sphère entière, d'un hémisphère, d'un cylindre un peu renflé à sa base, ou d'une sphère aplatie. Les premières se placent sur les lampes dont le réservoir est dans le pied de la lampe; les secondes sur les lampes astrales; les troisièmes sur les becs de gaz, et les dernières sur les lampes sinombres.

514. Les globes en verre dépoli ont été inventés par les frères Girard; on les emploie beaucoup aujourd'hui. Le dépolissage de ces globes est intérieur, et s'exécute par un procédé très-simple. Ces globes, en sortant de la verrerie, n'ont qu'une seule ouverture tubulée; on y introduit des cailloux roulés, de l'émeri et de l'eau; après les avoir fermés avec un bouchon, on les couche dans une caisse carrée, très-longue, mobile sur deux tourillons placés dans la direction de son axe, et qui peut être mise en mouvement au moyen

d'une manivelle. Les globes sont fixés dans la caisse avec de la paille ou du foin. La caisse étant fermée, on la fait mouvoir pendant 8 heures, en l'arrêtant toutes les 2 heures, pour changer la position des globes et renouveler l'émeri. Après ce temps, le dépolissage est complet; il ne reste plus alors qu'à enlever la tubulure de chaque ballon, et à les percer de l'autre côté. Ces opérations s'exécutent à l'aide d'un cylindre creux en cuivre rouge, de la dimension de l'orifice que l'on veut pratiquer, et que l'on fait tourner rapidement sur le verre, à l'endroit que l'on veut percer. Cet espace a été préalablement entouré de mastic, afin d'empêcher le cylindre de dévier et de former une espèce de vase dans lequel on place l'émeri; lorsque les globes sont destinés aux lampes astrales, on les coupe en deux à la roue du graveur. Les globes sont souvent recouverts d'ornemens travaillés à la roue.

515. Les enveloppes translucides ont non-seulement l'avantage d'atténuer l'éclat de la lumière, mais elles produisent, sur les corps qu'elles éclairent et derrière eux, des pénombres très-larges, et quand les corps sont d'une petite épaisseur, l'ombre qu'ils projettent derrière eux ne s'étend qu'à une très-petite distance. Ces effets proviennent de ce que la lumière étant dispersée par l'enveloppe translucide, tout se passe comme si elle émanait de l'enveloppe elle-même. Par conséquent toutes les pénombres doivent être très-larges, et, pour tous les corps d'un plus petit diamètre, l'ombre projetée derrière est finie, et d'autant plus courte que leur diamètre est plus petit.

516. C'est pour cette raison que l'on a donné le nom de sinombres aux lampes, fig. 61, dont le globe, s'étendant au-dessous et au-dessus du réservoir, éclaire ce réservoir de manière que l'ombre ne s'étend qu'à quelques centimètres de sa circonférence extérieure.

517. Je suis étonné que l'on n'ait pas encore donné aux verres des cheminées, ou aux globes qui les entourent, une teinte verte ou bleuâtre pour affaiblir la teinte rougeâtre qui domine ordinairement dans la plupart des flammes; la lumière ainsi modifiée, fatiguerait beaucoup moins la vue, et n'aurait qu'un seul inconvénient, celui de diminuer l'éclat du teint, mais il est tellement grave, qu'il est peu probable que l'usage des enveloppes colorées devienne général.

518. Dans le premier chapitre nous avons examiné l'influence des miroirs sur la lumière; nous avons décrit les lois de la réflexion, et la direction des faisceaux réfléchis sur les principales formes de miroir qui sont employées; nous allons maintenant examiner quelles sont, dans les différens cas, les formes de miroir les plus avantageuses.

519. Lorsqu'un bec est éclairé, la flamme rayonne de la lumière dans tous les sens; et quel que soit l'appareil qu'on emploie, on ne pourra jamais augmenter la somme totale de la lumière qu'elle envoie dans tous les sens; mais s'il est nécessaire de propager seulement de la lumière dans une certaine direction ou sur une étendue plus ou moins considérable, on peut renvoyer dans cette direction ou sur cet espace la lumière qui

n'y arriverait pas naturellement; c'est seulement dans ces différens cas que les miroirs sont utiles. Ainsi les miroirs n'augmentent point la quantité absolue de lumière; au contraire, ils en absorbent toujours une certaine quantité, mais ils renvoient, dans une direction déterminée, des rayons perdus ou qui éclaireraient des corps qui ne doivent pas l'être. Ils ont encore un avantage important, c'est de diminuer beaucoup l'affaiblissement de la lumière par la distance, en rendant les rayons parallèles. Tous les problèmes que l'on peut se proposer sur la réflexion peuvent se réduire à un très-petit nombre; on peut avoir pour objet, 1° de porter la lumière à la plus grande distance possible; 2° de la réunir sur un corps d'une petite étendue; 3° enfin, de la disséminer sur une surface d'une étendue plus ou moins considérable. Examinons successivement ces différens cas.

520. Pour que des rayons de lumière puissent être portés à une grande distance, sans perdre une grande partie de leur intensité, il faut que ces rayons soient parallèles, car s'ils sont inclinés, ils divergeront à mesure qu'ils s'éloigneront du foyer, et l'intensité de la lumière ira en décroissant suivant le carré de la distance. Pour rendre les rayons parallèles, on peut employer deux espèces de miroirs, les miroirs paraboliques et les miroirs sphériques; dans les premiers, la flamme doit être placée au foyer du miroir; dans les seconds, elle doit être placée à une distance du miroir égale à la moitié du rayon: dans les miroirs paraboliques, le faisceau réfléchi est parallèle à l'axe, et dans les miroirs

sphériques il est parallèle au rayon qui passe par le centre de la flamme. Les miroirs paraboliques sont bien préférables aux miroirs sphériques, parce que dans ces derniers le parallélisme des rayons n'est qu'approximatif pour les rayons incidens qui s'écartent sensiblement de l'axe : il faut alors que l'étendue de ces miroirs ne soit qu'une petite fraction de la surface totale de la sphère à laquelle ils appartiennent; tandis que dans les miroirs paraboliques, le parallélisme est rigoureux pour tous les rayons émanés du foyer, quelle que soit d'ailleurs leur obliquité et l'étendue du miroir.

521. Lorsque les rayons doivent être concentrés dans une petite étendue, il faut employer des miroirs sphériques ou des miroirs elliptiques; mais comme ces derniers présentent beaucoup de difficultés dans leur construction, c'est toujours des premiers que l'on fait usage. D'après les détails que nous avons donnés dans le chapitre 1er, il sera facile de déterminer la position du foyer lumineux, pour que le foyer réfléchi ait lieu sur l'espace que l'on doit éclairer.

522. Quand l'on veut rejeter la lumière seulement dans une certaine direction, on emploie un seul miroir plan, ou des systèmes de miroirs plans, ou enfin des miroirs sphériques, pourvu que le foyer de lumière soit à une distance du miroir plus petite que la moitié du rayon. Voyez pour plus de détails le chapitre 1er.

523. Les miroirs qu'on emploie ordinairement sont en cuivre plaqué; on les travaille au marteau, et on vérifie souvent leur courbure au moyen d'un profil qu'on a tracé avec beaucoup de soin. Les miroirs

sphériques peuvent être travaillés dans un bassin de calibre. Les miroirs paraboliques présentent beaucoup de difficultés dans leur construction : aussi on ne les emploie guère que dans l'éclairage des phares.

524. On peut encore se servir de la réfraction pour produire sur des rayons de lumière toutes les modifications que fait naître la réflexion ; ce sont ordinairement des appareils de forme lenticulaire que l'on emploie pour cet objet. On sait, en effet, que si une flamme se trouve placée au foyer principal de la lentille, les rayons, après leur réfraction, deviennent parallèles ; et que si la flamme est plus écartée de la lentille, les rayons réfractés vont se réunir en un point de l'axe optique ; et que si, au contraire, la flamme est plus rapprochée, les rayons réfractés divergent.

525. Les lentilles dont l'on se sert pour l'éclairage ne pourraient pas être en verre massif et d'une seule pièce, comme celles qu'on emploie dans les instrumens d'optique ; il serait difficile de trouver des masses de verre aussi considérables et assez homogènes pour être taillées. On emploie souvent des vases de verre qui ont été soufflés dans un moule ayant la forme lenticulaire, et que l'on remplit ensuite d'un liquide transparent ; ou bien on emploie de grandes glaces courbées comme des verres de montre, que l'on réunit par leur bord au moyen d'un anneau métallique appliqué contre le verre avec du mastic ; ou enfin, comme l'a fait M. Fresnel, des anneaux concentriques en verre appartenant à des lentilles d'un même foyer.

526. On parvient facilement à donner aux glaces la

courbure nécessaire, en les coupant d'abord circulairement, les plaçant au-dessus d'un moule en terre ayant la forme que l'on veut donner au verre, et que l'on introduit ensuite dans un four que l'on chauffe gragraduellement : le verre se ramollit, et prend par son propre poids la courbure du moule; ensuite on polit et on rectifie les deux surfaces au bassin.

527. Les lentilles creuses sont ordinairement remplies avec de l'esprit de vin, attendu que l'eau, à moins qu'elle n'ait été récemment distillée, renferme presque toujours des matières végétales ou animales dont la décomposition trouble, au bout d'un certain temps, la transparence de ce liquide. Ces lentilles doivent être surmontées d'un tube ouvert, pour fournir de l'espace à la dilatation du liquide par l'élévation de la température; sans cette précaution, la lentille s'ouvrirait ou se briserait infailliblement, parce que la force avec laquelle les corps liquides tendent à se dilater est extrêmement considérable.

528. Ce sont des appareils de ce genre dont les bijoutiers et les horlogers se servent pour éclairer fortement les objets qu'ils ont en œuvre; ils se servent ordinairement de boules sphériques pleines d'eau légèrement colorée en bleu par du sulfate de cuivre, afin que l'éclat de la lumière les fatigue moins.

529. En combinant un miroir sphérique avec une lentille, on peut diriger la totalité des rayons émis par un foyer lumineux, ce que l'on ne peut pas obtenir en employant seulement l'un ou l'autre; car il n'y a jamais de dirigés que les rayons qui vont frapper le

miroir ou la lentille ; cette disposition est extrêmement simple. La lumière est placée au centre d'un miroir sphérique, et en avant se trouve une lentille dont la distance à la flamme est celle qui est nécessaire pour produire sur les rayons qui la traversent l'effet que l'on désire. Il est évident que les rayons qui iront frapper le miroir reviendront au point de départ pour retomber sur la lentille ; par conséquent la lentille réfractera de la même manière les rayons qui se dirigent sur elle, et ceux qui vont se réfléchir sur le miroir.

530. Nous allons maintenant décrire la construction des fanaux employés dans l'éclairage des phares.

531. Les feux que l'on plaçait sur les phares, et qui étaient destinés à guider les navigateurs pendant la nuit, étaient originairement produits par la combustion du bois ou du charbon de terre ; leur alimentation, qui exigeait une surveillance presque continuelle, présentait par cela seul de graves inconvéniens. Ami-Argand, après avoir découvert la lampe à double courant d'air, indiqua une méthode beaucoup plus avantageuse, qui consistait à produire de la lumière, au moyen d'une lampe à courant d'air, et de la réfléchir par un miroir parabolique dont l'axe était horizontal. Par cette disposition, le faisceau de lumière réfléchi devient cylindrique, très-brillant, et ne diminue que faiblement d'intensité à mesure qu'on s'éloigne du miroir; nous en avons vu précédemment la raison. Mais cette disposition présentait un inconvénient qu'il était important de faire disparaître: si l'appareil se compose d'un seul miroir fixe, l'horizon n'est éclairé que dans

une seule direction, et par conséquent la lumière ne peut pas être aperçue par les navires qui en sont sensiblement écartés. Si les miroirs sont plus ou moins nombreux, les faisceaux lumineux, réfléchis par chacun d'eux, laissent encore entre eux des espaces angulaires obscurs, et le même inconvénient a encore lieu, seulement sur une plus petite étendue de l'horizon. Argand proposa de disposer un certain nombre de lampes à miroirs paraboliques autour d'un axe vertical, auquel on donnerait un mouvement de rotation continu et uniforme par la chute d'un poids dont la descente serait réglée par un système de rouage et un volant, comme dans les grandes horloges. Par cette disposition chaque faisceau d'un miroir parcourrait l'horizon, et un observateur les appercevrait successivement à des intervalles qui dépendraient de la vitesse de rotation et du nombre des miroirs. Cet appareil porte le nom de fanaux à éclipse; il est très-avantageux parce que le navigateur peut reconnaître les phares, et par conséquent les côtes, par la durée des éclipses (fig. 119).

532. En 1807, des expériences furent faites au Havre pour comparer l'éclairage des phares par des lampes isolées et par des lampes à miroir parabolique; le résultat de ces expériences fut qu'à égalité de circonstances, l'intensité de la lumière par le moyen des miroirs était à celle par l'ancien système, dans le rapport de 5 à 4, et la quantité d'huile consommée dans celui de 2 à 9.

533. M. Bordier Marcet, qui avait construit l'appareil dont nous venons de parler, adopta ensuite le

système des feux à éclipses. Un fanal de cette espèce faisait partie de l'exposition publique des produits de l'industrie française en 1819.

534. En 1822, M. Fresnel, ingénieur des ponts-et-chaussées, eut l'heureuse idée de remplacer dans les fanaux les miroirs paraboliques par des lentilles, c'est-à-dire de substituer la réfraction à la réflexion, pour produire le parallélisme des rayons. Cet habile ingénieur construisit, d'après ce principe, un nouveau fanal d'un effet bien supérieur à celui des appareils de réflexion, et dont nous allons donner une description détaillée.

535. L'appareil lenticulaire de M. Fresnel se compose d'une cage prismatique à 8 pans, dont les faces sont occupées par des lentilles ayant leur foyer principal sur l'axe; au foyer commun se trouve un seul bec à 4 mèches concentriques équivalant pour la lumière et l'huile consommée à 17 lampes de Carcel. Il résulte évidemment de cette disposition que les rayons réfractés sur chaque lentille forment un faisceau prismatique, comme si les rayons avaient été réfléchis par un miroir parabolique; mais comme les rayons ne sont pas rigoureusement parallèles à cause des aberrations de sphéricité et de l'étendue du foyer lumineux, ces faisceaux sont un peu divergens, et forment des cônes lumineux dont l'ouverture est de 6°,50 à 7°, pour un bec de 9 centimètres de diamètre. Ces cônes laissent alors entre eux des espaces angulaires obscurs de 38° à 38°,50. Cet appareil ayant un mouvement de rotation continu, il en résulte, pour un observateur

placé à l'horizon, des alternatives d'éclat et d'obscurité dont les étendues et par conséquent les durées sont à peu près dans le rapport de 7 à 38.

536. L'effet de ces lentilles est tel, que d'après les observations de MM. Arrago et Mathieu, la lumière provenant d'un bec à 4 mèches concentriques a été observée de jour avec une lunette à une distance de 50 milles ou 17 lieues, et se voyait très-bien à l'œil nu, une heure après le coucher du soleil; elle paraissait aussi brillante qu'un phare anglais à feu fixe, situé à peu près dans la même direction, mais éloigné seulement de 15 milles ou cinq lieues.

537. M. Fresnel, au moyen d'une disposition très-simple, est parvenu à augmenter considérablement la durée des phases lumineuses dans l'appareil que nous venons de décrire, en profitant de la lumière qui s'échappe vers la partie supérieure de l'appareil, et qui, ne rencontrant pas les lentilles verticales, était complètement perdue. Pour cela, M. Fresnel a placé à la partie supérieure de la cage huit petites lentilles inclinées entre elles, de manière à former une pyramide octogone; ces lentilles rendent parallèles les rayons qui les traversent, mais les faisceaux réfractés sont très-inclinés; pour les rendre horizontaux, seule direction dans laquelle ils puissent être utiles, ils sont reçus sur des glaces étamées, convenablement inclinées : ces lentilles additionnelles étant disposées de manière que les faisceaux réfléchis précèdent immédiatement ceux des grandes lentilles, la durée des phases lumineuses est tellement augmentée que, pour une distance de

16000 toises, elle est égale à la moitié des phases obscures.

538. D'après les expériences comparatives faites par MM. Arrago et Mathieu sur l'appareil dont nous venons de donner une idée succincte, et sur les réflecteurs de 28 et 30 pouces de diamètre, les plus grands qu'on ait encore employés dans l'éclairage des phares, il résulte : 1° que la somme totale des rayons concentrés dans le plan horizontal, ou l'effet utile de 8 grandes lentilles éclairées par un bec quadruple, est 3 fois plus grand que celui de 8 réflecteurs paraboliques de 30 pouces de diamètre, portant chacun un bec à double courant d'air ; 2° qu'en ajoutant l'effet des 8 petites lentilles, le rapport précédent est encore plus considérable ; 3° que l'huile est employée avec au moins autant d'économie dans l'appareil lenticulaire que dans les grands réflecteurs armés de petits becs. Ainsi les appareils lenticulaires produisent un effet 3 fois plus grand que les appareils de réflexion, avec une consommation proportionnelle d'huile. Ces résultats ne pourraient pas être obtenus avec des appareils de réflexion auxquels on appliquerait des becs à plusieurs mèches concentriques, parce que l'effet utile de ces miroirs est d'autant plus grand que le bec est plus petit, ou, en d'autres termes, la somme totale des rayons qui sont réfléchis horizontalement n'augmente pas proportionnellement à la lumière du foyer. Par exemple, MM. Fresnel et Arrago ayant placé successivement au foyer d'un miroir parabolique de M. Lenoir une lampe à une seule mèche et une lampe à 2 mèches, les effets utiles ont

été trouvés dans le rapport de 1 à 2,7, tandis que les consommations d'huile étaient dans le rapport de 1 à 4,5. Ainsi, si on voulait produire avec des appareils de réflexion un effet triple, il faudrait mettre à chaque réflecteur un bec double. Les 8 becs doubles consommeraient autant que $8 \times 4,5$, ou 36 becs ordinaires, tandis que le bec quadruple ne consomme que l'huile qui alimenterait 17 becs ordinaires.

539. Ainsi, lorsqu'il s'agit de produire de grands effets, les appareils à réflexion ne peuvent pas lutter avec les appareils lenticulaires, ni sous le rapport économique, ni sous celui de la facilité du service, puisque ces derniers n'ont qu'un seul foyer; les appareils lenticulaires ont cependant l'inconvénient d'être d'un prix presque double; mais cet inconvénient est peu de chose pour des objets d'utilité publique et d'une aussi grande importance. Aussi le gouvernement a déjà fait construire plusieurs de ces appareils, et bientôt les anciens appareils de réflexion seront remplacés par des appareils lenticulaires.

Description de l'appareil lenticulaire de M. Fresnel.

540. Fig. 120. Coupe verticale de l'appareil, la lampe et la colonne sont en élévation.

Fig. 121. Coupe et élévation d'une des grandes lentilles.

Fig. 122. Coupe et élévation d'une des petites lentilles additionnelles.

A, extrémité supérieure de l'axe de la cage en fer; il tourne entre deux galets horizontaux *gg*; BBDD,

arêtes de la cage, qui portent les grandes lentilles. C, colonne creuse, en fonte de fer; C′ cylindre creux fixe enveloppé au-dessus du chapiteau par une partie du cylindre C : c'est sur ce dernier cylindre et sur le tambour O qui en forme la base que sont fixées les jambes de décharge EE. Z, liernes en fer qui relient entre elles les jambes de décharge. G, galets verticaux sur lesquels tourne le plan de la roue dentée *a* fixée au tambour O et qui est mise en mouvement par un appareil à poids, disposé comme une horloge : la figure indique seulement le mode de communication du mouvement. F, bec de la lampe; V, réservoir d'huile; H, espace où se trouve placé le mécanisme qui fait mouvoir les pompes de la lampe; PP, pieds de la lampe. I, corde à l'extrémité de laquelle se trouve le poids qui met en mouvement les pompes de la lampe. L, grandes lentilles disposées en échelons : la lentille du milieu est d'une seule pièce; celles qui sont en anneaux concentriques le sont de plusieurs. *ll*, petites lentilles. MM, glaces étamées qui ramènent dans des directions horizontales les rayons réfractés dans les petites lentilles. RR, rayons parallèles réfractés par les grandes lentilles; *rr*, rayons réfractés par les petites lentilles et réfléchis par les glaces MM.

541. M. Bordier-Marcet, qui avait assisté aux expériences faites avec l'appareil lenticulaire, avait reconnu lui-même, que l'effet était bien supérieur à celui des fanaux à réflecteurs paraboliques tels qu'ils avaient été établis jusqu'alors. Il essaya alors de perfectionner ce dernier appareil, et quelque temps après il écrivit à M. le

directeur des ponts et chaussées, pour lui demander l'autorisation d'exécuter un système dont les effets avantageux lui étaient démontrés. M. Bordier n'obtint pas l'autorisation qu'il avait sollicitée ; cependant il exécuta son appareil, qu'il présenta à l'exposition de 1823.

542. M. Bordier-Marcet a donné à ce nouvel appareil le nom de fanal à double aspect et à éclipse; nous en donnerons une description détaillée.

543. Dans cet appareil, chaque fanal est composé de trois surfaces paraboliques (fig. 123); deux d'entre elles, ACBD et AC′BD′, parfaitement égales, sont tronquées par un plan perpendiculaire à leur axe et passant par leur foyer, et soudées ensemble par ce cercle commun; la troisième, MN, d'un plus grand foyer, est placée sur l'axe commun des deux premières de manière que son foyer se confonde avec celui des deux premières. Il résulte évidemment de cette disposition, que si on place en F, foyer commun des trois réflecteurs, un point lumineux, les rayons réfléchis sur le paraboloïde tronqué AC′BD′ formeront un anneau lumineux, dont l'espace intérieur sera occupé par les rayons réfléchis sur le réflecteur MN; mais ces derniers devront nécessairement être plus dilatés, car si la surface parabolique AC′BD′ n'était pas tronquée, le centre de l'anneau recevrait les rayons réfléchis par toute la surface A*ab*B : tandis que par la disposition actuelle les rayons réfléchis sur MN se composent seulement de ceux qui l'auraient été sur *ab*. Les rayons réfléchis sur le second paraboloïde tronqué ACBD formeront également un anneau lumineux qui se propagera en sens contraire

du premier, mais dont le centre sera complètement obscur. Les effets produits en avant et en arrière des réflecteurs sont représentés en X et Y, tels qu'ils apparaîtraient sur un carton blanc que l'on placerait perpendiculairement à la direction des rayons réfléchis.

544. M. Bordier compose son fanal de six appareils réflecteurs, divisés en trois paires; ils peuvent être tous placés dans le même sens vertical, ou deux à deux dans des places différentes; l'arbre qui les supporte peut tourner uniformément sur lui-même pour faire parcourir l'horizon aux faisceaux réfléchis.

545. Lorsque les foyers de tous les appareils sont placés dans le même plan, on obtient évidemment le maximum d'effet, car tous les faisceaux réfléchis devant et derrière sont parallèles; mais alors l'espace éclairé n'occupe qu'une très-petite étendue, et les phases obscures en ont une très-grande. En les écartant les uns des autres on incline les faisceaux, et on augmente à volonté l'étendue des phases lumineuses, en diminuant en même temps l'intensité de la lumière.

246. La fig. 124 représente l'élévation du fanal à double aspect;

La fig. 125, la projection horizontale.

A, B, C, D, E, F, représentent les trois paires de fanaux. Dans chacune d'elles les calottes paraboliques sont placées en sens contraire : par conséquent, dans chaque paire, un fanal laisse apercevoir la lampe à mouvement dont est garni le foyer, et l'autre le derrière de la calotte parabolique *a*, qui, dans la fig. 123, est représenté par MN. *ddd*, joues paraboliques qui

terminent les réflecteurs et qui en prolongent la lumière. H, axe en fer qui supporte les trois paires de réflecteurs, et qui reçoit un mouvement de rotation continue par un rouage analogue à celui des horloges. G, galets sur lesquels roule l'axe; LLL III, charpente en fer destinée à soutenir les fanaux.

547. Ces trois paires de fanaux sont dans trois plans différens, comme l'indique la fig. 125. L'inclinaison des paires entre elles est de 20°. Par conséquent l'espace angulaire éclairé devant et derrière est de 60°. Les phases obscures occupent donc un espace angulaire de 120°. Ainsi les phases obscures ont une durée double de celle des phases lumineuses.

548. M. Bordier assure qu'il n'emploie que le tiers de l'huile que consomme l'appareil lenticulaire, et que l'intensité de la lumière est égale à celle de 2000 lampes de Carcel sur chacune des faces. Il est fâcheux qu'il n'ait point été autorisé à faire des expériences devant la commission qui avait été chargée d'observer l'appareil lenticulaire. Mais en examinant cet appareil, on peut se faire une idée exacte de l'effet qu'il doit produire, car il est facile de le ramener aux anciens appareils à réflecteurs simples.

549. En effet, considérons la fig. 123. Il est évident que tous les rayons qui sont réfléchis en avant et en arrière sur les trois surfaces paraboliques AC'BD', AC BD et MN, le seraient en totalité et en avant sur la première, si on la supposait complète ; car les rayons qui sont réfléchis sur la seconde, le seraient sur les parties A*a* et B*b* de la première ; et ceux qui le sont

sur MN, le seraient sur *a b*. Ainsi ces trois réflecteurs n'augmentent point la quantité de rayons réfléchis; ils la distribuent seulement dans les deux sens, en formant deux anneaux lumineux dont le centre est obscur dans l'un et faiblement éclairé dans l'autre. Ce que nous venons de dire suppose cependant que le corps lumineux placé au foyer est un point mathématique; mais comme il a toujours une certaine étendue, il en résulte que dans un réflecteur parabolique simple, et dans le fanal à trois réflecteurs, la lumière réfléchie est un peu dispersée, et forme un cône au lieu d'un cylindre; mais comme l'effet dispersif est d'autant plus petit que le réflecteur parabolique a une distance focale plus considérable, il s'ensuit que les rayons réfléchis par MN seront un peu moins divergens qu'ils ne le seraient sur *ab*. Ainsi l'appareil à trois réflecteurs donnera une quantité de lumière un peu plus considérable qu'un seul réflecteur parabolique; mais cette quantité est très-petite, car l'étendue de la calotte *ab* est très-petite elle-même relativement à la surface totale du miroir, et ce n'est que sur une petite portion des rayons qui viennent frapper cette surface qu'existera la différence. Ainsi nous pouvons, sans craindre de commettre une erreur bien sensible, regarder ces fanaux à double aspect comme produisant le même effet qu'un fanal à miroirs paraboliques simples qui contiendrait six fanaux, trois de chaque côté.

550. Nous connaissons déjà l'effet d'un seul réflecteur, il sera facile d'en déduire celui de trois, placés l'un à côté de l'autre, et dont les axes sont parallèles?

En effet il est évident que l'espace lumineux sera trois fois plus étendu; mais chacune de ces parties n'en sera pas plus éclairée, et comme les phases lumineuses seront très-courtes et les phases obscures très-étendues, il y aurait évidemment de l'avantage à les disposer circulairement autour de l'axe. Alors ce serait l'ancien appareil à éclipse, et nous avons déjà vu qu'il n'est pas comparable aux appareils lenticulaires.

551. En résumé, les appareils de réflexion ne peuvent pas produire d'aussi grands effets que les appareils de réfraction, 1° parce que, par la nature même des réflecteurs, il faut un espace libre aux rayons pour sortir, et que les rayons qui émanent directement dans cet espace échappent à la réflexion et sont perdus; 2° parce que l'on ne peut pas placer aux foyers des becs d'une grande dimension, attendu que la dispersion deviendrait trop forte, et que l'huile serait brûlée d'une manière trop peu productive. Dans les appareils de réfraction, au contraire, on peut envelopper de toutes parts le foyer lumineux par des lentilles, et par conséquent employer utilement tous les rayons émanés de ce foyer, et on peut y adapter des becs d'une grande dimension sans que la dispersion devienne trop considérable.

552. Nous terminerons ce qui concerne les fanaux par la description d'un feu qui est souvent employé pour faire des signaux dans les grandes opérations géodésiques, et qui peut être aperçu à une distance très-considérable; il porte le nom de *feu indien*.

Cette vive lumière est produite par la combustion, de

courte durée, d'une matière pulvérulente composée de 24 parties de salpêtre, 7 de fleur de soufre, et 3 de sulfure d'arsenic rouge (réalgar), intimement mêlées et renfermées dans une boîte de sapin, garnie d'une mèche composée de 2 parties de poudre, 2 parties de charbon et 1 de fleur de soufre. La combustion a lieu, avec une lumière blanche très-vive qui blesse la vue comme l'aspect du soleil, une forte odeur arsenicale, et sans détonation. La combustion d'une boîte de 27 pouces cubes dure à peu près 3′, et peut être aperçue, peu après le coucher du soleil, à une distance de 36,000 toises.

CHAPITRE VIII.

APPAREILS DESTINÉS A PRODUIRE INSTANTANÉMENT DE LA LUMIÈRE.

553. Ces appareils, qu'on désigne ordinairement sous le nom de briquets, sont employés pour se procurer du feu et par suite de la lumière : ils sont assez nombreux, nous décrirons les plus usités.

554. *Briquets ordinaires*. Les briquets que l'on emploie le plus généralement, sont formés d'une pierre siliceuse dure et compacte, sur laquelle on place un morceau d'amadou, et que l'on frappe vivement avec un morceau d'acier; il se dégage de brillantes étincelles qui, en tombant sur l'amadou, y mettent le feu, que l'on communique ensuite à une allumette en appliquant son extrémité soufrée sur la partie incandescente de l'amadou.

555. L'explication des phénomènes qui se passent dans la production de la chaleur et de la lumière au moyen du briquet ordinaire est très-simple. La pierre siliceuse employée est très-dure, beaucoup plus que l'acier; par le choc il se détache des parcelles métalliques, et en même temps il se produit assez de chaleur pour rendre ces parcelles incandescentes; alors en traversant l'air elles se brûlent, augmentent encore beaucoup de température, et peuvent enflammer

l'amadou ; c'est ce qu'il est facile de reconnaître en produisant ces chocs réitérés dans un espace vide ou rempli d'un gaz qui ne peut point alimenter la combustion ; on y parvient facilement à l'aide d'un appareil à ressort qui se trouve dans tous les cabinets de physique ; on reconnaît que les étincelles sont d'un rouge obscur, et que les parcelles d'acier détachées par le choc sont de l'acier non altéré ; tandis que le choc du briquet dans l'air produit des étincelles scintillantes d'un éclat beaucoup plus grand, et les parcelles d'acier détachées que l'on peut recueillir sur une feuille de papier sont de l'oxide de fer.

556. On emploie, en Angleterre, une disposition très-commode pour faire mouvoir rapidement l'acier. L'appareil se compose d'un cylindre plat en acier, dont l'axe, terminé par deux points, se meut librement dans deux cavités qui les reçoivent. On détermine le mouvement de rotation au moyen d'un archet, et on présente à la circonférence le tranchant du silex recouvert d'amadou. Quelquefois on emploie un appareil semblable à une batterie de fusil : l'amadou est placée dans le bassinet.

557. L'amadou est une substance d'un jaune brunâtre que l'on extrait d'un champignon volumineux qui croît sur le tronc des vieux chênes, des ormes, des bouleaux, des charmes, etc. ; on le désigne vulgairement sous le nom d'agaric amadouvier (*boletus ignarius*). L'agaric est commun dans les anciennes forêts ; il se recueille au mois d'août ou de septembre. La matière spongieuse, et qui seule est employée

pour faire l'amadou, est recouverte supérieurement par une écorce calleuse blanchâtre, et repose sur une matière entièrement ligneuse. On commence par enlever les matières ligneuses qui recouvrent supérieurement et inférieurement la matière spongieuse; ensuite on la coupe en tranches minces que l'on bat au marteau jusqu'à ce qu'elles se déchirent facilement. Dans cet état, l'agaric est bon pour les usages médicinaux; mais, pour l'usage des briquets, il doit recevoir une nouvelle préparation, qui consiste à le tremper dans une forte dissolution de salpêtre, à le faire sécher et à le battre de nouveau. Quelquefois on le roule dans de la poussière de poudre à canon; alors il est noir; mais de tous les moyens d'augmenter sa combustibilité, le meilleur serait de l'imprégner d'une forte dissolution de chlorate de potasse.

558. On remplace quelquefois l'amadou par du papier ou du chiffon à demi-brûlé. Dans l'Inde, on emploie la tige épaisse et spongieuse d'une plante légumineuse nommée *sola;* on la réduit en charbon; elle s'enflamme comme l'amadou.

559. Les allumettes se font avec du bois sec, des chenevottes ou toute autre matière facile à enflammer; on préfère ordinairement le bois de tremble, que l'on scie en petits billots d'une épaisseur égale à la longueur des allumettes, et que l'on coupe, parallèlement aux fibres du bois, après les avoir fait sécher au four. M. Pelletier a imaginé un rabot avec lequel on découpe un billot avec une très-grande rapidité. Voyez, pour les détails de cet ingénieux instrument, les *An-*

nales des Arts et Manufactures, tome IV, page 215.

560. *Briquets pneumatiques.* Ces petits appareils sont composés d'un tube cylindrique en cuivre ou en verre, hermétiquement fermé par la partie inférieure, et dans lequel se meut un piston (fig. 126). Lorsqu'on abaisse rapidement le piston, l'air, fortement comprimé, s'échauffe jusqu'à devenir lumineux; c'est ce qu'il est facile de reconnaître en employant un cylindre de verre, et faisant l'expérience dans l'obscurité. On conçoit facilement d'après cela que, si l'on place un petit morceau d'amadou dans une cavité pratiquée dans le piston, l'abaissement rapide du piston l'enflammera. Pour que l'expérience réussisse, il faut que la compression soit rapide et que le piston joigne bien; car, si la pression est lente, la chaleur développée se dissipera continuellement par l'appareil lui-même; et si le piston ne joint pas bien, l'air s'échappera, et la compression serait très-faible malgré la rapidité de la descente du piston; mais il est encore une autre condition nécessaire, c'est de retirer promptement le piston du cylindre, autrement l'amadou s'éteint, parce que la combustion d'une partie très-petite de l'amadou rend très-promptement l'air qui est au-dessous du piston impropre à la combustion.

561. On dispose quelquefois ces appareils d'une autre manière. La partie inférieure du cylindre est garnie d'un robinet dont la clef renferme une petite ouverture qui reçoit l'amadou; on tourne la clef du robinet de manière à ce que l'amadou soit en dedans du cylindre; et, immédiatement après le choc, on

met l'amadou en contact avec l'air par un mouvement contraire du robinet.

562. On a fait récemment une amélioration importante aux briquets pneumatiques; elle consiste à substituer à l'amadou une petite mèche cylindrique de 4 à 5 millimètres de hauteur, garnie à sa base de cire, et qui s'enflamme dans le choc. Probablement l'extrémité de la mèche, qui est nue, a été plongée dans une dissolution de chlorate de potasse pour en augmenter la combustibilité.

563. *Briquets phosphoriques.* Ces appareils sont composés d'un petit flacon en verre ou en plomb, renfermant une certaine quantité de phosphore dans lequel on plonge l'extrémité d'une allumette ordinaire, qui s'enflamme ensuite spontanément au contact de l'air ou après l'avoir frottée contre du feutre ou du liège. On prépare les flacons de phosphore par l'un des procédés que nous allons décrire.

564. La première méthode consiste à mettre dans le flacon un petit cylindre de phosphore, que l'on comprime avec une tige de fer, de manière à le mouler dans le flacon. On est alors obligé, pour enflammer l'allumette, de la presser sur le phosphore en la tournant, afin qu'elle en enlève une partie, et de la frotter ensuite vivement contre un corps rugueux, tel que du feutre ou du liège.

565. La seconde consiste à faire fondre le phosphore dans le flacon, en le plaçant dans un bain de sable, et à le maintenir chaud, en recouvrant le flacon d'un petit entonnoir de papier jusqu'à ce que le phos-

phore ait acquis une teinte rougeâtre, ou à agiter vivement le phosphore fondu avec une tige de fer rouge. Les allumettes plongées dans ces flacons s'enflamment instantanément au contact de l'air. On ne sait pas quelle altération le phosphore éprouve dans cette opération.

266. La troisième consiste à faire fondre du phosphore dans le flacon et à y introduire successivement une suffisante quantité de magnésie pour que le mélange, agité avec une tige de fer, prenne la consistance d'une pâte. Ces briquets portent le nom de briquets à mastic inflammable; les allumettes, légèrement imprégnées de cette matière, s'enflamment instantanément à l'air. Il paraît que la magnésie agit principalement en divisant le phosphore. On avait cependant avancé qu'il se formait un phosphure de magnésie; mais la température n'est point assez élevée pour que cette combinaison ait lieu.

567. Les flacons doivent avoir un orifice très-petit, afin que l'air ne puisse pas facilement s'y renouveler, et que le phosphore ne puisse pas s'enflammer.

568. Les briquets phosphoriques, préparés par la seconde méthode, durent moins que ceux qui sont préparés par la dernière, attendu que, dans les premiers, une grande partie de phosphore tapissant les parois du flacon se brûle facilement, et se convertit en acide phosphorique, qui étant liquéfié par l'humidité de l'air, qui pénètre quand on ouvre le flacon, mouille les allumettes et les empêche de s'enflammer.

Il est très-probable que l'inflammation du soufre

et de l'allumette n'est pas due uniquement à la combustion du phosphore, mais à une combinaison de phosphore et de soufre qui en se formant dégage beaucoup de chaleur, et qui est plus combustible que le phosphore lui-même.

569. *Briquets oxigénés.* Cette méthode de se procurer de la lumière consiste à plonger dans l'acide sulfurique concentré, l'extrémité de petites allumettes ordinaires, imprégnées d'une matière dont nous donnerons la composition ; elles s'enflamment spontanément.

570. La matière dont sont imprégnées les extrémités des allumettes est formée d'une partie de soufre, de trois parties de chlorate de potasse, d'un peu de gomme, de lycopode et de cynabre. On emploie ordinairement de la fleur de soufre ; mais il faut la laver pour en séparer une certaine quantité d'acide sulfureux qu'elle renferme toujours ; il faut ensuite la faire sécher. Le chlorate de potasse doit être pulvérisé à part ; car si on le broyait avec le soufre, la chaleur produite par le frottement pourrait donner lieu à une violente explosion. On mêle ensuite les deux poudres sur du papier, au moyen d'une carte ; alors on y incorpore le lycopode, le cynabre, et une dissolution de gomme pour former une pâte liquide. Les allumettes, qui doivent être soufrées de même que celles dont on se sert ordinairement, et qui ne le sont que d'un seul côté, sont plongées par cette extrémité dans la pâte dont nous avons parlé, et plantées par l'autre extrémité dans un vase plein de sable pour les faire sécher. Comme il est important que l'allumette que l'on plonge dans l'acide

n'en prenne que la quantité nécessaire, le flacon qui renferme l'acide contient de l'amiante, qui remplit les mêmes fonctions que le coton ou les éponges qu'on place dans les écritoires. Ces dernières substances ne pourraient pas être employées, à cause de l'action que l'acide sulfurique exerce sur elles.

571. La cause de l'inflammation des allumettes oxigènes réside dans l'action de l'acide sulfurique sur le chlorate de potasse. Ce sel est décomposé, ainsi que l'acide chlorique, avec un grand dégagement de chaleur, et l'oxigène qui provient de la décomposition de l'acide chlorique, en se portant sur le soufre et le lycopode, les enflamme, et la combustion se transmet bientôt à l'allumette. Mais cette inflammation n'aurait pas lieu si l'allumette était mouillée par une trop grande quantité d'acide sulfurique, car cet excès d'acide absorberait une très-grande quantité de chaleur; la température pourrait alors n'être pas suffisante pour permettre à la combustion de se développer, et dans le cas où elle se manifesterait, l'acide en excès serait projeté à une assez grande distance, et pourrait brûler les vêtemens de la personne qui opère.

572. *Briquets à gaz hydrogène.* Ces appareils sont formés d'un vase d'où l'on fait sortir à volonté un courant de gaz hydrogène, qui s'enflamme ou par une étincelle électrique, ou en traversant un morceau de platine en mousse et qui allume ensuite une bougie. Dans ces briquets, l'opération nécessaire pour se procurer une bougie allumée consiste seulement à tourner un robinet. Ces petits appareils sont très-curieux et

très-commodes ; nous les décrirons avec détails. Dans tous, le mode de production et de dégagement du gaz hydrogène est une modification d'un appareil imaginé par M. Gay-Lussac, et que nous expliquerons d'abord.

573. Soit A (fig. 127) un flacon à 3 tubulures, dont la tubulure du milieu reçoit le col d'un ballon B, percé supérieurement d'un orifice *m*, qui descend jusqu'à une petite distance du fond, et qui est fixé dans cette position par du mastic placé autour de la tubulure, de manière à ce que l'air ne puisse pas passer entre la tubulure et le col du ballon ; supposons que la tubulure C soit fermée par un bouchon auquel est suspendu un cylindre de zinc M, au moyen d'un fil de cuivre rouge, et que la tubulure D soit garnie d'un robinet E terminé par un orifice très-capillaire. Si on ouvre le robinet E et que l'on verse, par l'orifice *m*, un mélange d'eau et d'acide sulfurique, l'air du flacon A pouvant se dégager par l'orifice E, ce liquide descendra dans le flacon A, et quand il aura atteint le cylindre M, le contact du zinc produira un dégagement continu d'hydrogène qui sortira par le robinet E ; mais à l'instant où l'on fermera ce robinet, le gaz ne pouvant plus s'échapper s'accumulera dans le flacon, et comme sa force élastique ira toujours en croissant, il comprimera le liquide du flacon, le forcera à monter dans le ballon B, jusqu'à ce que le niveau du liquide dans le flacon soit au-dessous de l'extrémité inférieure du cylindre de zinc, car à cet instant il ne se produira plus de gaz. Si alors on ouvre de nouveau le robinet E, le gaz accumulé s'échappera, le liquide du ballon B redescendra

dans le flacon, bientôt il aura rencontré le cylindre de zinc, et il se formera de nouveau du gaz hydrogène. Ainsi, on voit qu'en ouvrant le robinet E on détermine l'écoulement du gaz que renfermait l'appareil, et on en provoque une nouvelle formation, tandis que, en fermant ce robinet, on arrête l'écoulement du gaz déjà formé, et on interrompt sa formation.

574. Le petit courant de gaz qui s'échappe quand on ouvre le robinet E peut être enflammé, comme nous l'avons annoncé, en le faisant traverser par une étincelle électrique.

575. Pour obtenir facilement une étincelle électrique, on se sert d'un petit appareil très-simple qui est connu des physiciens sous le nom d'électrophore. Il est composé (fig. 128) d'un vase métallique AB peu profond, dans lequel on a coulé un mélange de 4 parties de résine et d'une partie de cire, et d'un disque métallique CD soutenu par un manche de verre ou un cordonnet de soie. Pour se servir de cet appareil, on frotte la surface du gâteau de résine avec une peau de chat, et on pose le plateau sur la résine; si on soulève le plateau après avoir touché sa surface supérieure, on pourra en soutirer une étincelle électrique, en approchant le doigt ou un corps métallique; on peut même se dispenser de toucher préalablement le disque, en collant sur la surface du gâteau une lame d'étain *m n*, qui communique avec le métal qui lui sert d'enveloppe.

576. La manière la plus simple d'enflammer un courant de gaz au moyen de l'étincelle électrique est représentée dans la fig. 129. AB est un gâteau de résine,

C D un disque métallique qui peut tourner autour de de sa charnière *m n*. Comme il est nécessaire que le disque en s'élevant soit complètement isolé du gâteau, il faut que le disque soit fixé à la charnière au moyen d'un tube de verre que l'on mastique par ses deux extrémités dans deux petites douilles qui font partie, l'une du disque, l'autre de la charnière. Le disque, vers sa partie antérieure, est armé d'un petit crochet dans lequel passe un cordonnet de soie. Le plateau A B est garni d'une petite lame d'étain, afin qu'étant soulevé, il donne immédiatement des étincelles. Le cordonnet *a b* est attaché par son autre extrémité à un levier *b c* qui est fixé à la clef du robinet M, qui amène le gaz; par conséquent, en donnant issue au gaz, on soulève le plateau; il faut alors recevoir l'étincelle et la faire traverser le courant de gaz. On y parvient en plaçant perpendiculairement au jet du gaz deux pointes *x* et *y* en cuivre, qui sont soutenues par les deux supports *f* et *g*; le premier en métal et le dernier en verre; ce dernier est garni d'un fil de cuivre *h* terminé par une boule *o*, placée de manière à être rencontrée par le plateau dans son mouvement. Lorsqu'on ouvre le robinet, le plateau CD est soulevé; l'électricité, sous la forme d'une étincelle, est reçue par la boule *o*; elle suit le fil *h*, traverse l'intervalle qui sépare les deux pointes, allume le gaz, et va se perdre dans le sol par le support *f*. Pour que l'expérience réussisse bien, il est indispensable que le support *g* soit formé d'une matière bien isolante, c'est-à-dire qui ne laisse point passer l'électricité; on le forme ordinairement avec une tige de verre

recouvert d'une couche de gomme-laque, ou de cire d'Espagne, que l'on applique en dissolvant ces substances dans l'esprit de vin.

577. On peut encore disposer les supports des pointes d'une manière beaucoup plus commode : elle est indiquée dans la fig. 130; une tige en *ab* est fixée sur le bec du robinet, et à ses deux extrémités sont deux petites tiges perpendiculaires *ac* et *bd* qui supportent les deux pointes métalliques; une d'elles *bd* est en verre, et l'autre est en cuivre; la pointe *d* est fixée à la tige dont l'extrémité reçoit l'étincelle électrique.

578. Dans ces appareils il faut avoir soin que toutes les tiges que parcourt l'électricité soient terminées par de petites boules, à l'exception des points *x* et *y*.

579. D'après cela on concevra facilement la disposition que l'on donne ordinairement à ces briquets, et qui est représentée (fig. 131). L'électrophore est renfermé dans la caisse MN. En avant du jet on place ordinairement une bougie qui est allumée par le gaz : elle n'est point indiquée dans la figure. Ces briquets sont très-commodes, et maintenant très-répandus. L'électricité que le plateau acquiert par le frôlement de la peau de chat se conserve des mois entiers, surtout quand le temps est sec; lorsqu'il ne donne plus d'étincelles, on enlève le plateau de la boîte, on le sèche, et on le frotte vivement avec la peau de chat, ou avec un coussin d'une machine électrique.

580. M. Doebereiner a découvert dans le platine une propriété très-curieuse au moyen de laquelle on a beaucoup simplifié les briquets à hydrogène. Cette pro-

priété consiste en ce que, le platine ou mousse qui provient de la calcination du muriate ammoniaco de platine, et celui que l'on obtient en mettant une lame de zinc dans une dissolution d'hydrochlorate de platine, placé dans un courant de gaz hydrogène, s'échauffe, rougit, et enflamme le courant de gaz.

581. Les briquets dans lesquels on emploie cette singulière propriété du platine, ont une forme très-simple; ils se composent d'un appareil à dégager l'hydrogène (fig. 132), et d'une tige fixée au robinet qui se recourbe à quelques centimètres, et porte une douille dans laquelle passe une tige droite portant à son extrémité un petit tambour fermé par un treillis en fil de platine, et qui renferme la mousse de platine. Quelquefois, pour que l'appareil soit moins embarrassant, on tourne verticalement le bec du robinet (fig. 133). Dans ces appareils, la queue du vase supérieur et le goulot du vase inférieur sont rodés à l'émeri, de sorte qu'ils joignent parfaitement bien sans lut ni garniture de cuivre.

582. On a donné à ces petits appareils une forme moins embarrassante encore qui est représentée (fig. 134). Cet appareil est formé de deux cylindres concentriques. Le vase extérieur est fermé inférieurement, et le second ne l'est pas, il est même un peu soulevé, afin que le liquide puisse facilement passer du vase intérieur dans l'espace qui le sépare du vase extérieur. Le cylindre intérieur est exactement fermé supérieurement par une boîte de cuivre qui porte le robinet, il renferme le cylindre de zinc. Il est fa-

cile de voir que cette disposition produit le même effet que l'appareil de M. Gay-Lussac (fig. 127); la seule différence consiste en ce que la position des deux vases est changée. Ici celui dans lequel s'élève le liquide, quand le robinet est fermé, entoure le réservoir inférieur, tandis que dans le premier appareil c'est le réservoir inférieur qui est placé autour de celui d'ascension.

583. Il nous reste à indiquer la manière de préparer le platine. On prend de la mine de platine, de la limaille ou des fragmens de ce métal, et on les fait chauffer dans un vase de verre avec 5 à 6 fois son poids d'eau régale, formée avec une partie d'acide nitrique concentré et 2 parties d'acide muriatique également concentré. Lorsque le métal est dissous on évapore jusqu'à siccité pour chasser l'excès d'acide, et on dissout la matière dans l'eau. On peut extraire le platine de cette dissolution par deux procédés.

584. Le premier, consiste à mettre dans la liqueur une lame de zinc; elle se couvre bientôt d'une matière noire poreuse qui est le platine lui-même, qui, pour être employé aux briquets, n'a besoin que d'être recueilli, lavé et séché.

585. Le second, consiste à verser dans l'hydrochlorate de platine un excès de dissolution concentrée d'hydrochlorate d'ammoniaque (sel ammoniac). Il se forme un précipité jaune très-abondant : on recueille ce précipité sur un filtre, on le lave, et on le calcine dans un creuset, à la chaleur rouge. Il reste dans le creuset du platine en mousse.

586. D'après les observations faites par MM. Thénard et Dulong, le platine obtenu par le zinc conserve beaucoup plus long-temps que celui qui provient de la calcination de l'hydrochlorate ammoniaco de platine, la propriété d'enflammer l'hydrogène. C'est par conséquent celui qu'il faut préférer.

587. Lorsque le platine a perdu cette propriété, on la lui rend en le faisant calciner ou en le trempant dans l'acide nitrique, le lavant et le faisant sécher.

FIN.

ADDITION.

J'ai rapporté (217) les résultats de plusieurs expériences qui avaient eu pour objet d'enflammer de l'huile à l'extrémité d'un tube capillaire de verre, dans lequel l'huile s'élevait par la capillarité elle-même. J'ai dit qu'à mesure que l'on échauffait l'extrémité du tube, l'huile s'abaissait, et qu'il était impossible par conséquent d'obtenir ainsi une combustion continue. On vient cependant d'employer des tubes de verre pour remplacer les mèches des veilleuses, mais l'huile s'élève dans le tube par la pression du liquide extérieur, et non pas par la capillarité. Cet appareil est représenté en coupe (fig. 135.): il est composé d'une petite capsule en cuivre argenté, percée à son centre d'une ouverture dans laquelle est mastiqué un tube de verre mince et capillaire, et dont l'extrémité supérieure est un peu au-dessous du niveau de l'huile extérieure quand la capsule flotte sur un bain d'huile. On voit d'après cela que l'huile doit rester au même niveau dans le tube, et qu'une fois que la combustion aura commencé elle devra se maintenir constamment; c'est en effet ce qui arrive. Ces veilleuses ont le grand avantage de donner une flamme sensiblement constante, et qui n'est pas susceptible de s'éteindre comme celle des veilleuses ordinaires.

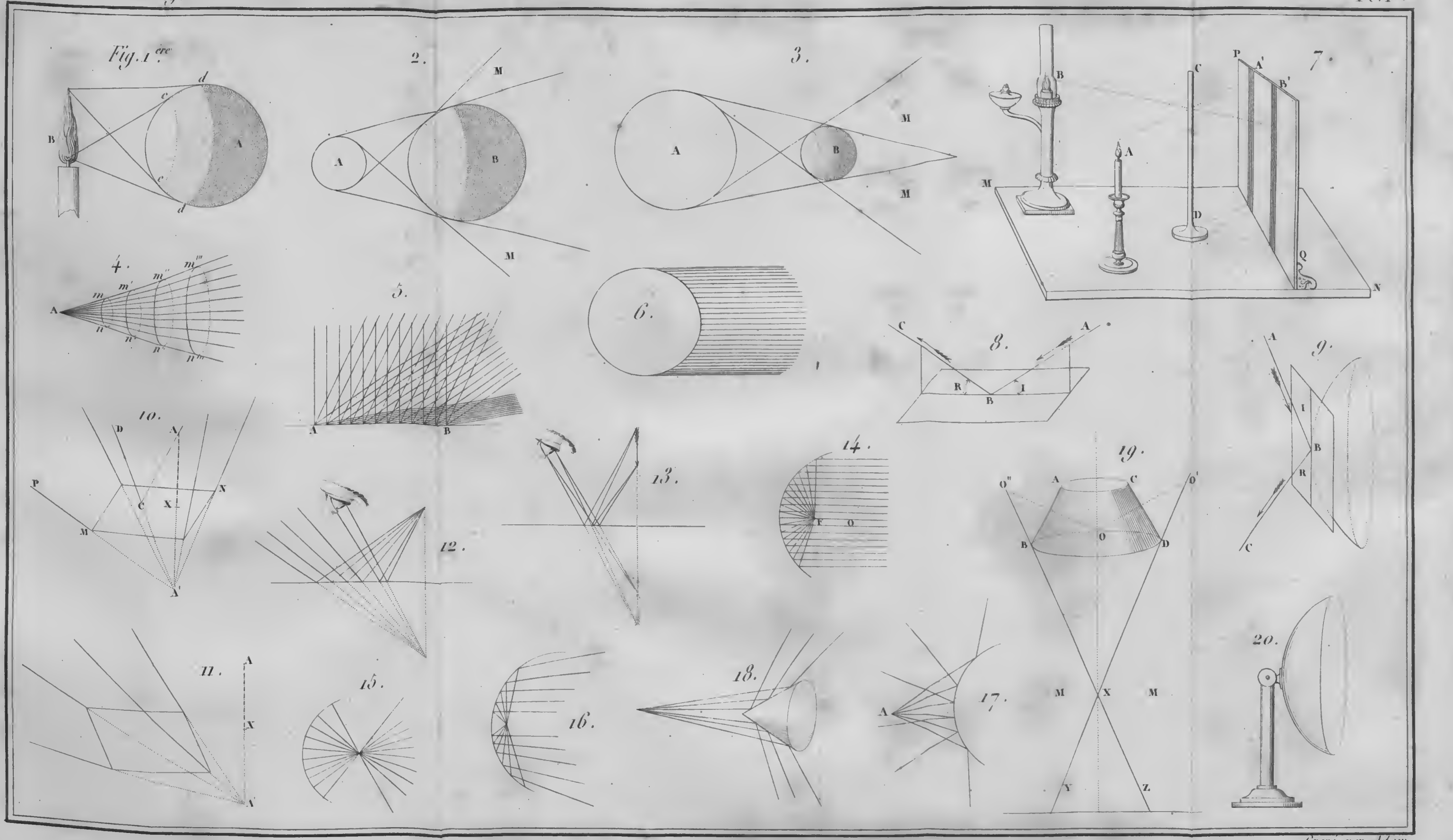
21

On pourrait employer le même principe pour remplacer les becs annulaires. Il faudrait disposer circulairement un grand nombre de tubes capillaires, qui seraient mastiqués à l'extrémité d'un bec ordinaire, et qui seraient alimentés par un réservoir à niveau intermittent un peu plus élevé que l'extrémité supérieure des tubes. Je ne sais pas si cette disposition serait avantageuse, et sous le rapport de l'effet utile de l'huile, et sous le rapport de la permanence de lumière; c'est à l'expérience à décider.

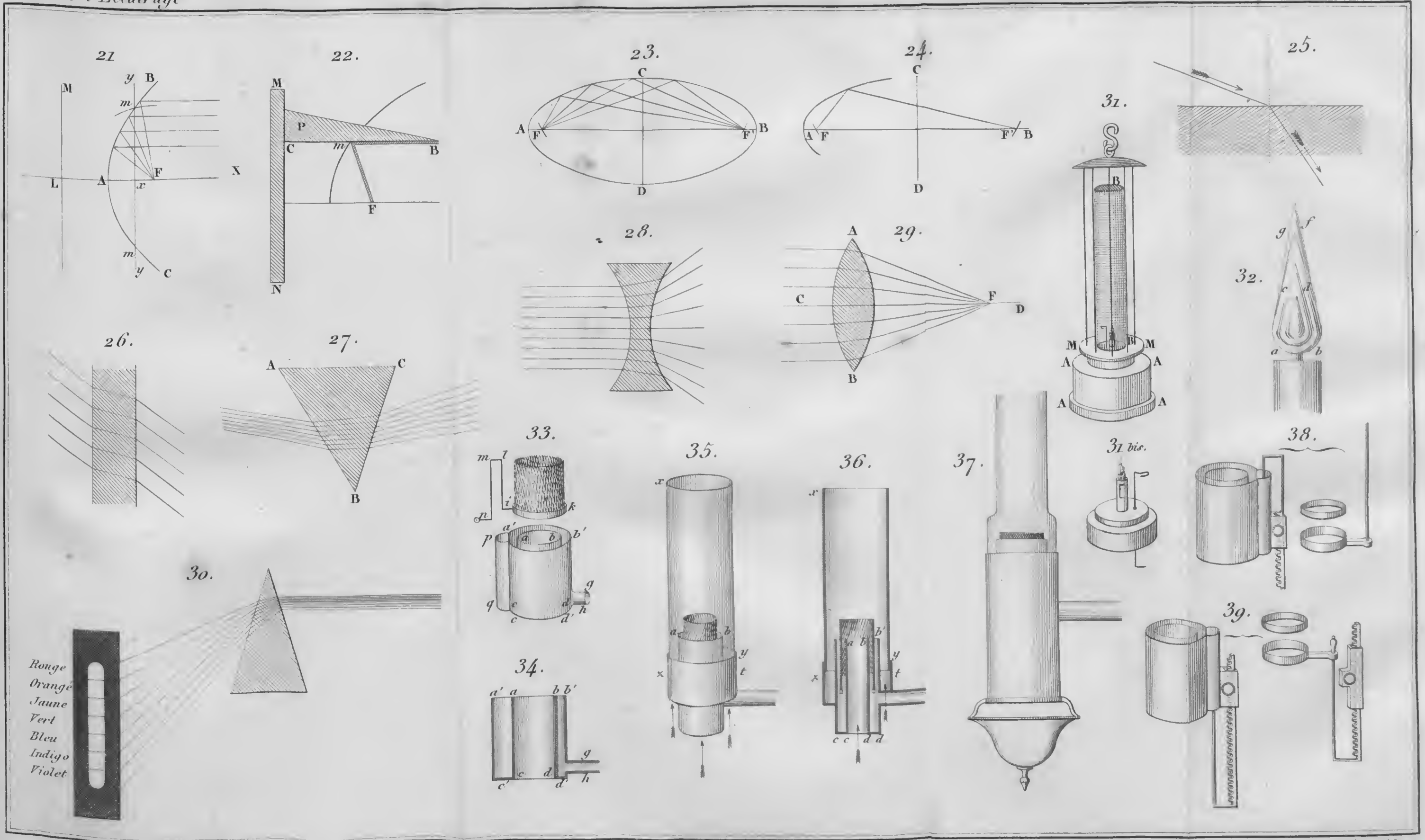
ERRATUM.

Pag. 104, *l.* 3; au lieu de : *qu'il en est de même, etc.*; lisez : que c'est à cette extrême capillarité et à la petite hauteur du liquide, qu'est due l'ascension continuelle de l'huile dans les mèches incandescentes.

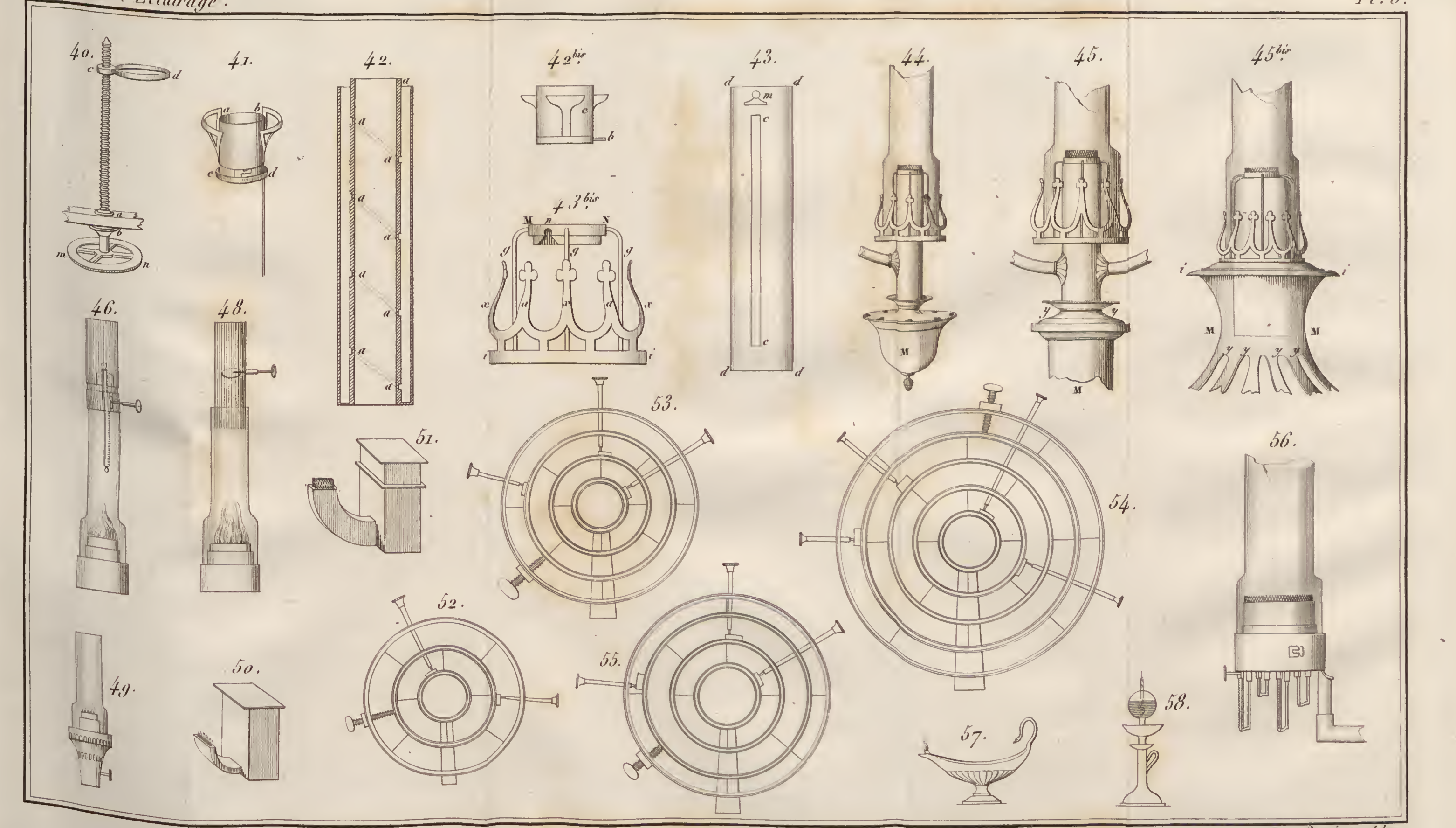
TABLE
DES MATIÈRES.



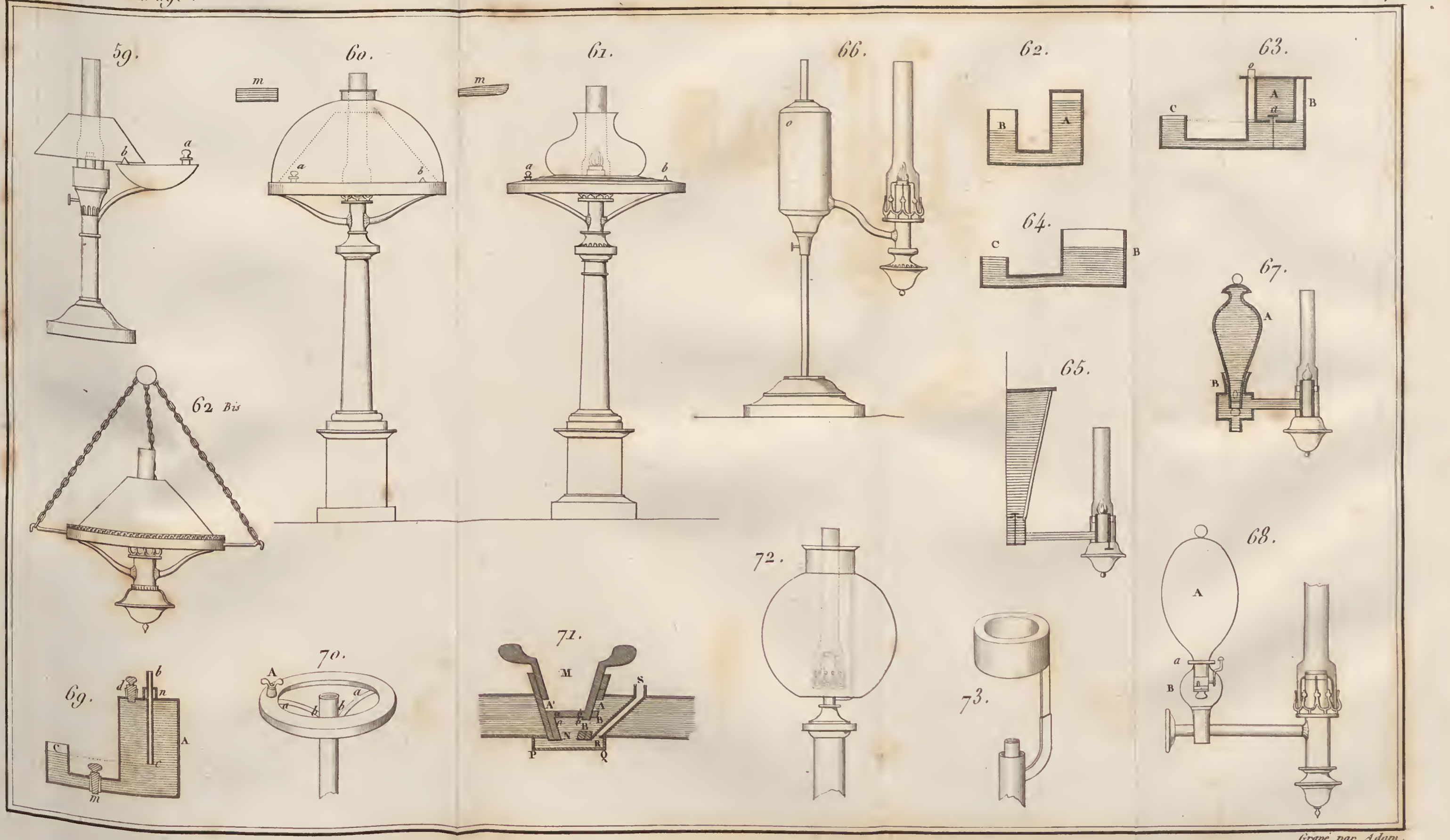
Gravé par Adam.

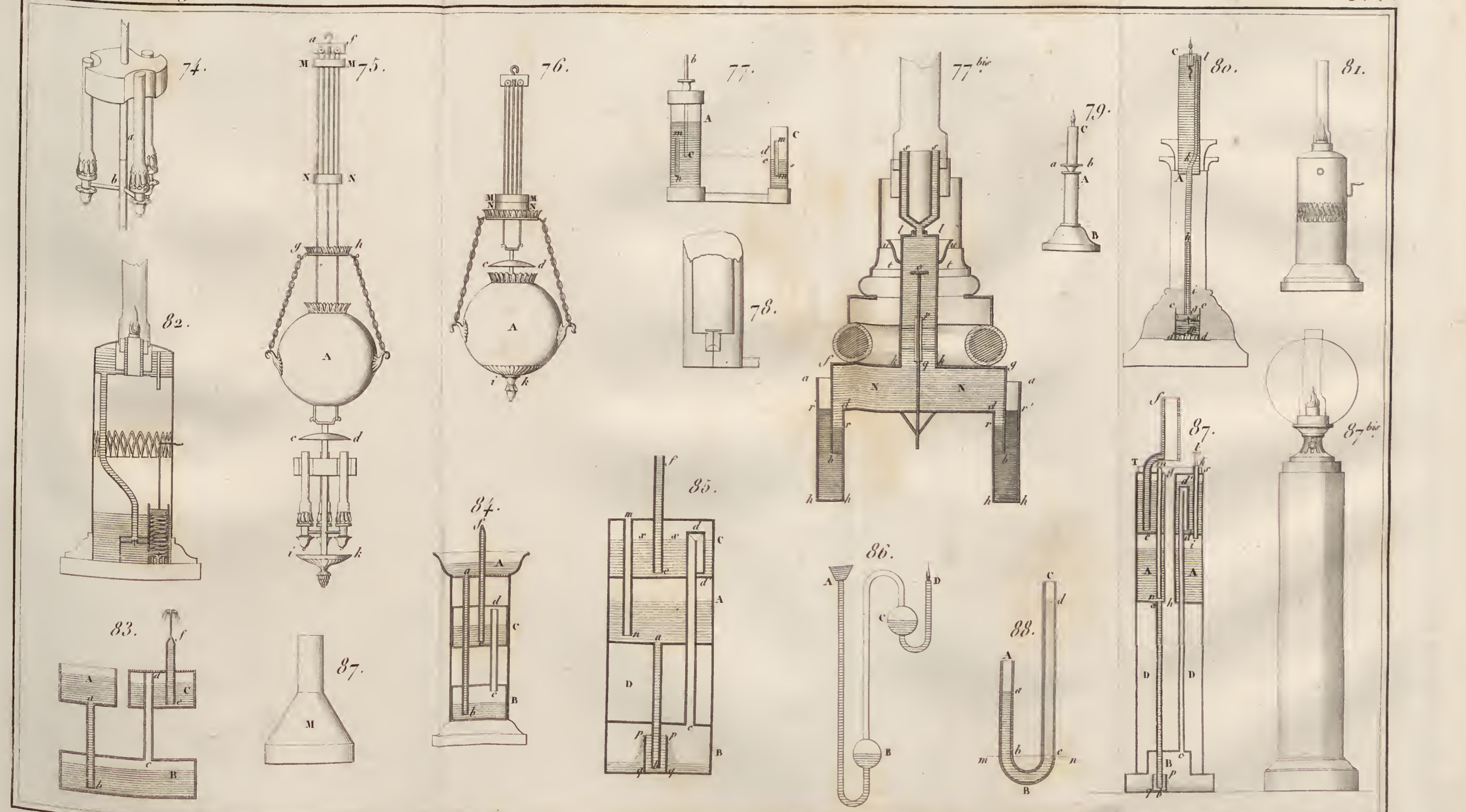


Gravé par Adam.

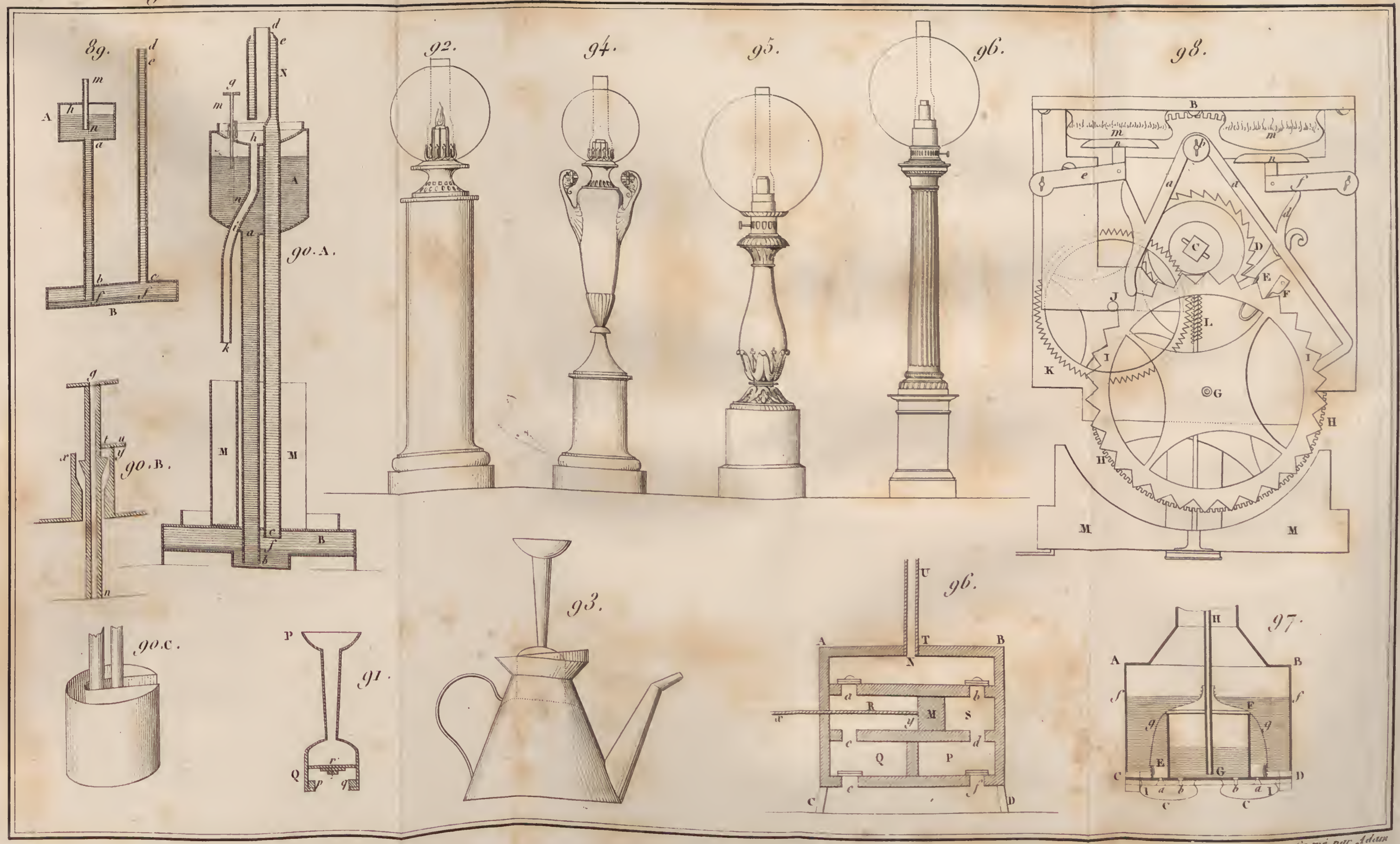


Gravé par Adam.

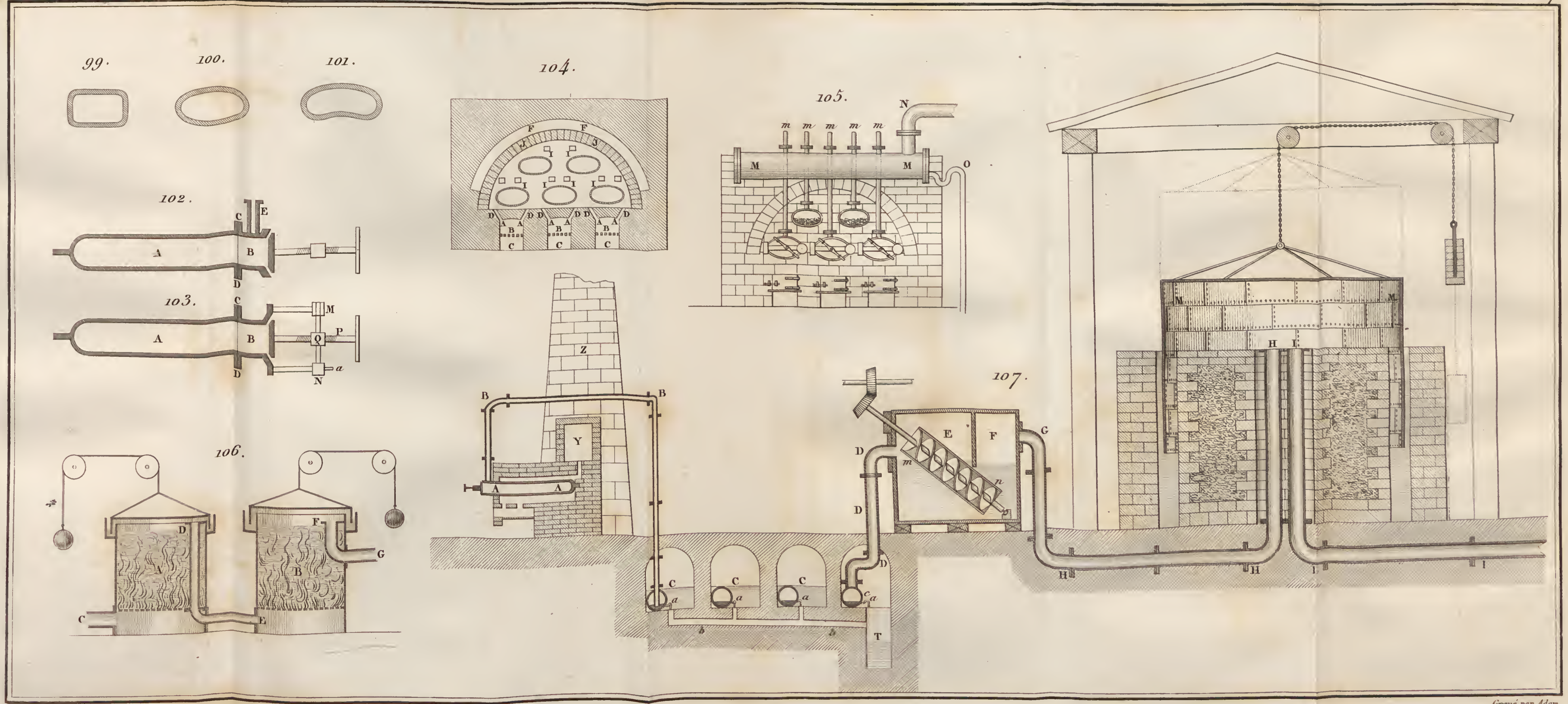

59.
60.
61.
66.
62.
63.
64.
65.
67.
62 Bis
68.
72.
71.
70.
69.
73.



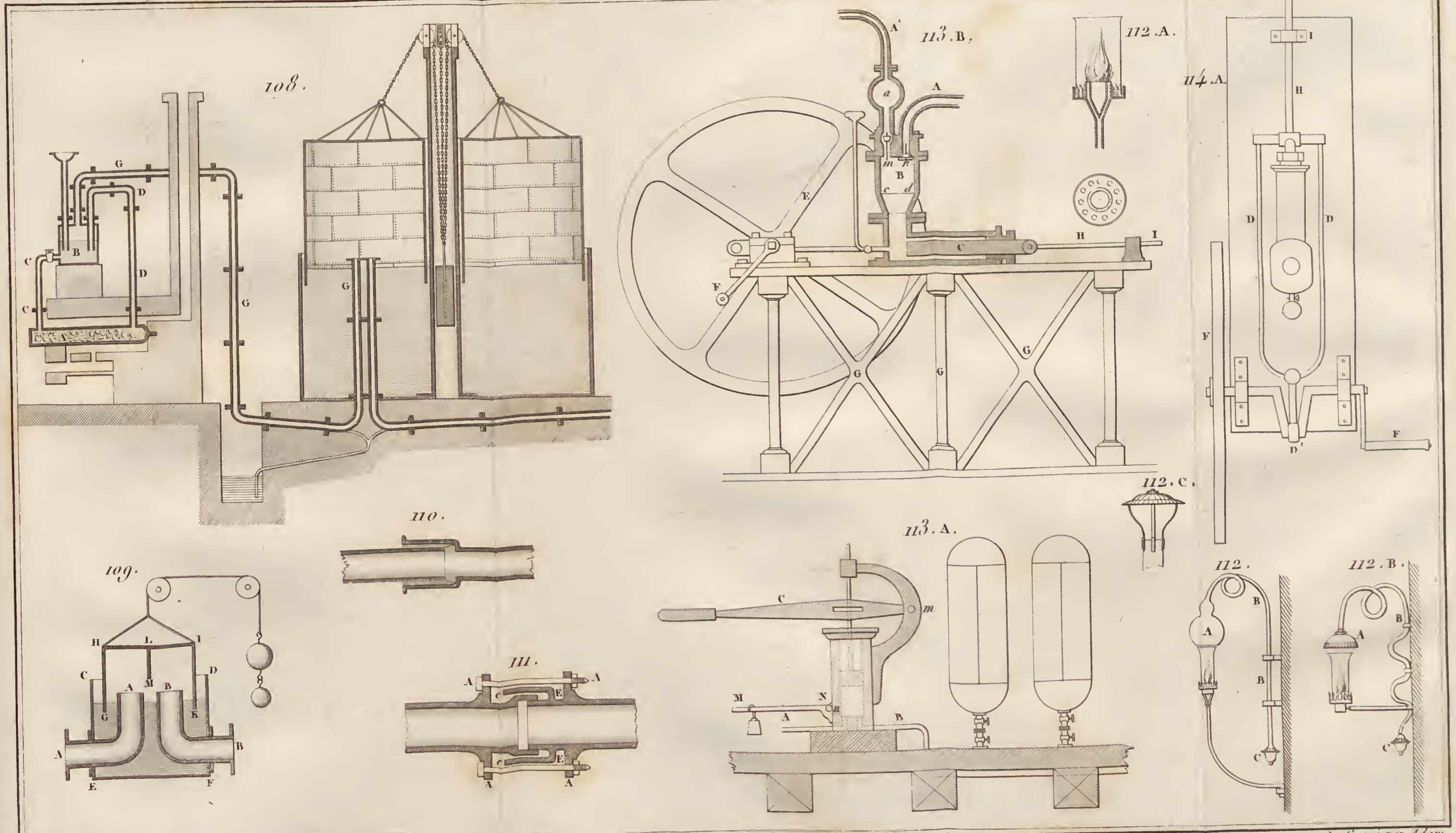
Gravé par Adam.



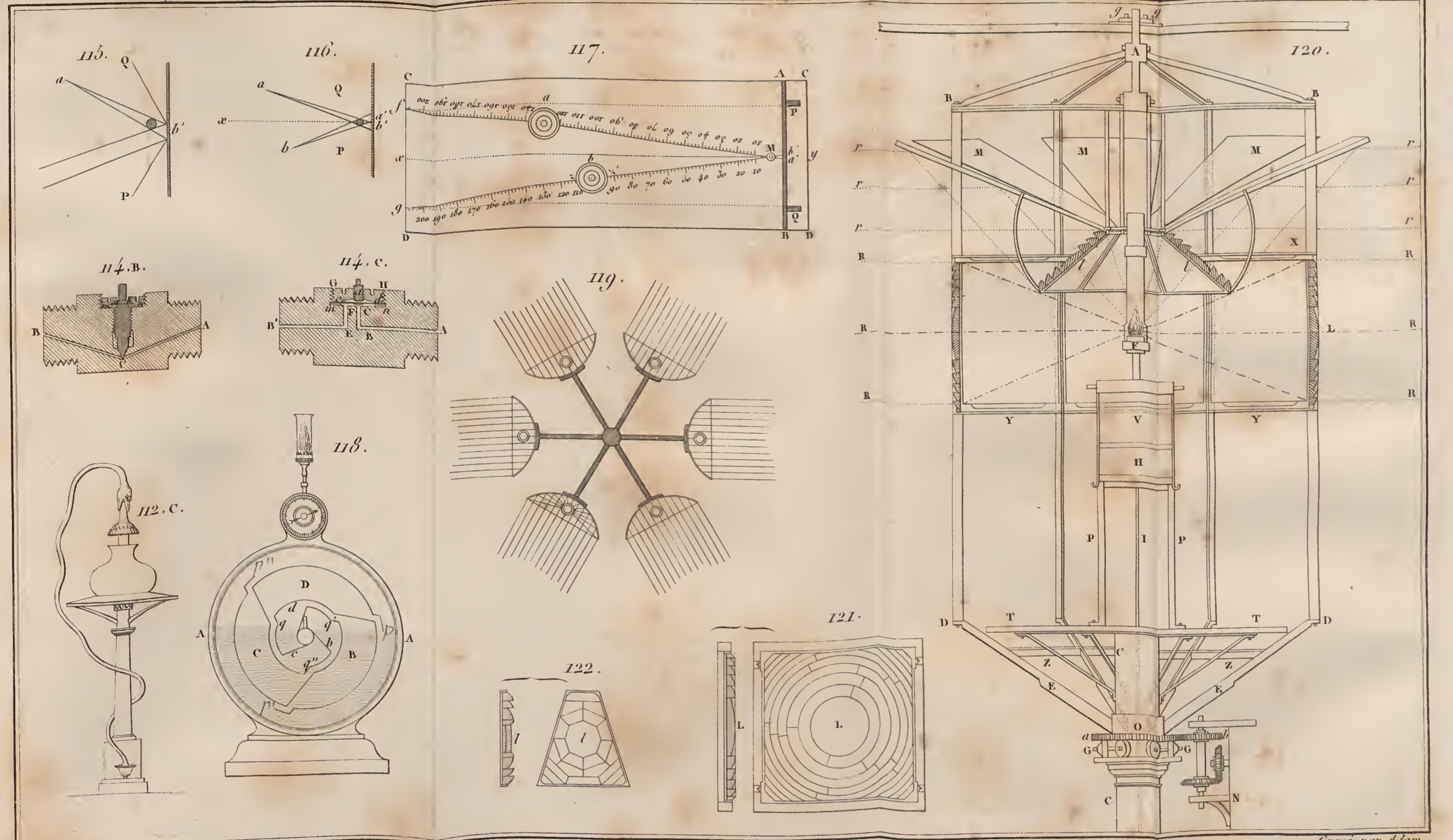
Gravé par Adam



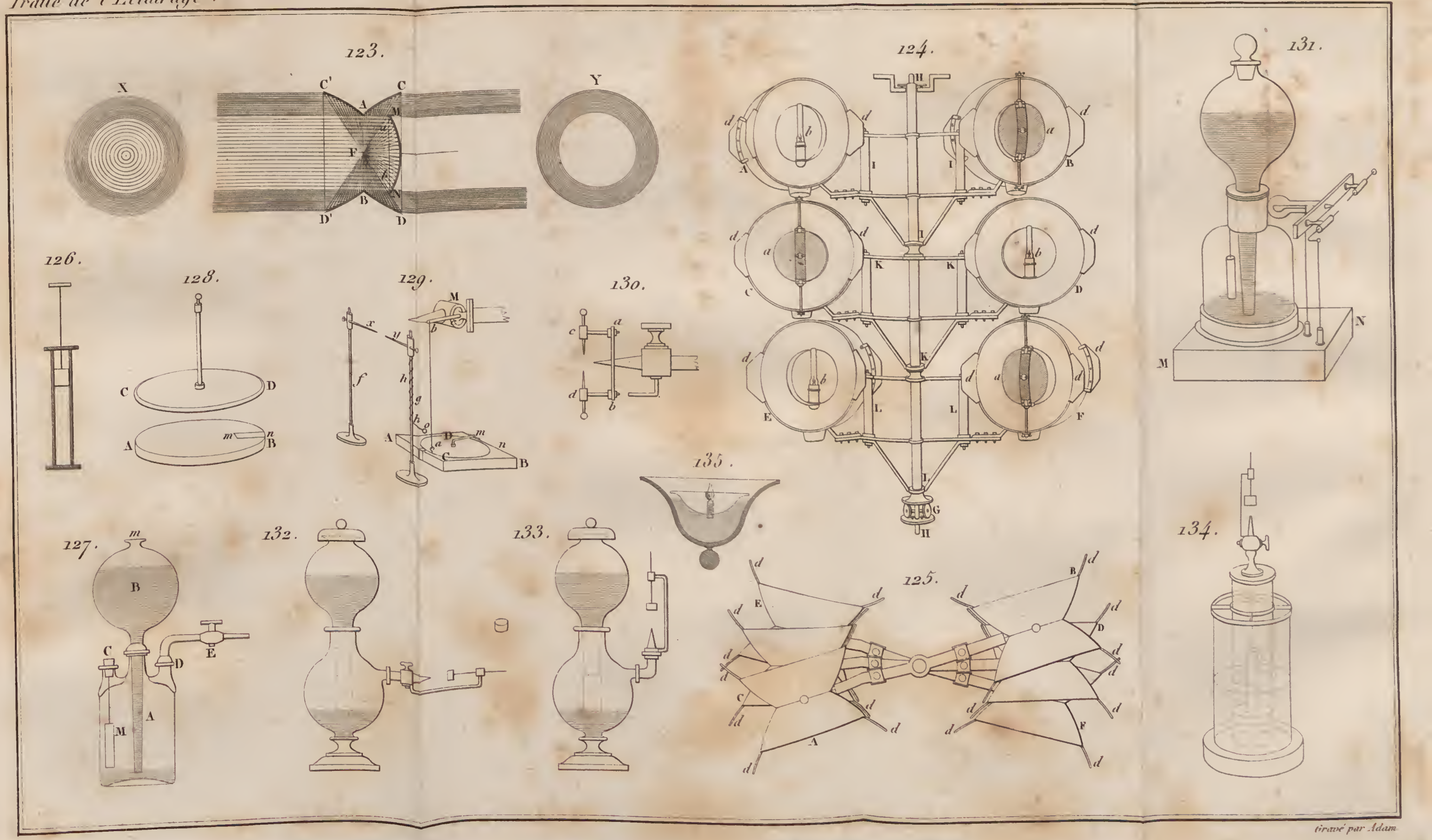
Gravé par Adam.



Gravé par Adam.



Gravé par Adam.



Gravé par Adam